

Rezept
1127-25
137 ✓

FORTSCHRITTE DER MINERALOGIE

Herausgegeben
von der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft
unter der Redaktion von

Dr. W. Kleber

Professor an der Universität Berlin

31. Band
(Jahrgang 1952)

Mit Tafel 1—4 und 6 Abbildungen sowie mehreren Tabellen im Text



STUTTGART 1953
E. SCHWEIZERBART'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
(ERWIN NÄGELE)

Die „Fortschritte der Mineralogie“ werden von der „Deutschen Mineralogischen Gesellschaft (e. V.)“ herausgegeben, deren Zweck es ist, Mineralogie, Kristallographie, Kristallchemie, Kristallphysik, Petrographie, Lagerstättenkunde und Geochemie in Lehre und Forschung zu fördern und die persönlichen und wissenschaftlichen Beziehungen der Mitglieder zueinander zu pflegen. Innerhalb der DMG besteht eine besondere „Sektion für Kristallkunde“. Mitglieder der DMG können alle Personen werden, die sich mit Mineralogie, Lagerstättenkunde und Geochemie oder verwandten Gebieten beschäftigen. Jedes Mitglied kann sich für Zugehörigkeit zur Sektion für Kristallkunde entscheiden.

Der Mitgliedsbeitrag, für den jeweils ein Jahresband der „Fortschritte“ geliefert wird, ist für das Geschäftsjahr 1951 auf DM 15.— (für Studenten auf 7.50 DM) festgesetzt worden (Konto der DMG 1670 bei der Sparkasse Krefeld, Hauptzweigstelle Krefeld-Ürdingen, Postscheckkonto der Sparkasse: Köln 200 64).

Es ist beabsichtigt, die vergriffenen Bände 24 und 25 der Fortschritte für Mineralogie neu zu drucken, vorausgesetzt, daß genügend Bestellungen eingehen. Interessenten werden gebeten, Bestellungen direkt an Herrn Prof. Dr. F. Heide, Jena, Mineralogisches Institut der Universität, zu richten.

FORTSCHRITTE DER MINERALOGIE

Herausgegeben
von der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft
unter der Redaktion von

Dr. W. Kleber
Professor an der Universität Berlin

31. Band
(Jahrgang 1952)

Mit Tafel 1—4 und 6 Abbildungen sowie mehreren Tabellen im Text



STUTTGART 1953
E. SCHWEIZERBART'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
(ERWIN NÄGELE)

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

Gedruckt mit Unterstützung
der
Deutschen Forschungsgemeinschaft

Bd. 31 (S. 1—89 und Anhang S. 1—6) ausgegeben im Juni 1953

Druck von Ernst Klett, Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines

	Seite
Bericht über die 30. Jahresversammlung und Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft vom 1.—10. August 1952 in Regensburg	1
Exkursionen	4

Referate und Diskussionsbemerkungen

H. G. F. WINKLER, Struktur des Tief- $K_2Li(AlF_6)$ und ihre Beziehung zum Elpasolith, $K_2Na(AlF_6)$	7
H. G. BACHMANN und W. KLEBER, Die Struktur des Palmierits und ihre Isotypiebeziehungen	9
A. SCHRÖDER, Der Elementarkörper und die Dichte des Ramsdellits, MnO_2 . .	11
H. KÜHNE, Elektronendichte im Al, Cu und Ag	11
P. RAMDOHR, Über den Mineralbestand der Zink- und Bleilagerstätte von Wiesloch in Baden	13
E. SEELIGER, Die Mineralparagenesen einiger Bohrungen im Muschelkalk südlich und südwestlich von Wiesloch in Baden	14
G. REHWALD, Eine neue Schleif- und Poliermaschine für die Anfertigung von Erz- und Metallanschliffen	17
R. HENNECKE, Wirtschaftliche Bedeutung des Bergbaues in Ostbayern	19
P. ERTL, Beziehungen zwischen mineralogischen Erkenntnissen und praktischem Bergbau	21
H. STRUNZ, Mineralien und Lagerstätten in Ostbayern	22
O. SCHNEIDER, Exkursionseinführung	22
W. K. FINN, Die Aufbereitung der deutschen Flußspatvorkommen unter Berücksichtigung der mineralogischen Bedingungen und ein Vergleich zu den nordamerikanischen Vorkommen	22
W. WIMMENAUER, Über Uranerze im mittleren Schwarzwald	25
H. NIELSEN, Radioaktivitätsmessungen im Gelände und unter Tage als Hilfsmittel geochemischer und lagerstättenkundlicher Forschung	25
R. EIGENFELD, Zur petrotektonischen Analyse der Münchberger Gneismasse . .	27
E. O. TEUSCHER, Der Bau der Fichtelgebirgszone	34
H. HENTSCHEL, Zur Frage der Chlorit- und Karbonat-Bildung in spilitischen Gesteinen	35
E. NICKEL, Hornblendeblastese in gabbroiden Gesteinen des Odenwaldes	37
H. MEIXNER, Einige Boratminerale (Colemanit und Tertschit, ein neues Mineral) aus der Türkei	39
J. LEONHARDT, Assimilation und Salzprofil	43
W. BERDESINSKI, Möglichkeiten der Lüneburgit-Darstellung	43
H. G. F. WINKLER, Die Polymorphie des $K_2Li(AlF_6)$	45
F. MACHATSKHI, Systematik der Mineralien auf kristallchemischer Grundlage .	47
K. JASMUND, Löslichkeitsversuche am System $KCl-H_2O$ im überkritischen Temperaturgebiet	50
R. PIERUCCINI, Über die chemische Zusammensetzung und das thermodynamische Verhalten der feuerfesten Erden von Altopascio bei Lucca (Toscana) und ihre Bedeutung für die Erklärung der Kaolinitbildung	51
F. LIPPMANN, Erfahrungen mit der Differentialthermoanalyse (DTA)	52
W. KLEBER, Zur Kritik der morphologischen Raumgruppenbestimmung	52
J. E. HILLER, Zur Kristallchemie ferromagnetischer Sulfidminerale	55
H. WONDRAUSCHEK, Über Tensorsymmetrien in den einzelnen Kristallklassen .	56
H. G. SMOLCZYK und J. E. HILLER, Über den Photoeffekt am Bleiglanz	58

	Seite
H. HELLWEGE, Spektrochemische Bestimmung der Elemente F, Cl, Br, J, S, Se und Hg in Mineralien	58
G. MÖLLENSTEDT, Elektronenmikroskopische Sichtbarmachung von Hohlstellen in Einkristall-Lamellen	58
O. RANG, Quantitative Messung von Hohlstellen im Glimmer mit Hilfe der Dunkelfeld-Elektronenmikroskopie	58
O. RANG und F. SCHLEICH, Die Identifizierung kleiner Kristalle im Elektronenmikroskop mit Hilfe der Dunkelfeld-Mikroskopie	59
O. E. RADZIEWSKI, Über elektronenoptische Untersuchungen am Nontronit . .	59
M.-TH. MACKOWSKY, Die Feinstruktur der Kohle	60
H. v. PHILIPSBORN, Zur mineralogischen Untersuchung der Harnsteine	62
A. BUHS und J. LIETZ, Neue Untersuchungen zur Farbveränderung von Zirkon .	69
S. RÖSCH, Erweiterung des neuen Polarisationsfarbenmeßgerätes auf weißliche Farben	70
W. HARTWIG, Neue Gesichtspunkte zum Brillanzproblem	70
H. NIELSEN, Neue optische Meßverfahren unter Anwendung von Filterpolarisatoren	71
A. SCHRÖDER, Ein neues Verfahren zur Ermittlung der Lage und Größe der Indikatrix in nicht absorbierenden, optisch inaktiven triklinen Kristallen	75

Abhandlungen

H. HABERLANDT, Die systematische Grundlage und die Fortschritte in der Erforschung der Spurenelemente als geochemische Leitelemente in Mineralien und Erzen	76
---	----

Anhang

Mitgliederverzeichnis der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft: Änderungen und Neuaufnahmen	1—6
---	-----

Namensverzeichnis

der Autoren und Diskussionsredner (veröffentlichte Diskussionsbemerkungen)

Bachmann	9, 11	Kühne	11, 13	Rang	58, 59
Berdesinski	43	Leonhardt	17, 43	Rehwalde	17
Buhs	69	Lietz	69	Rösch	17, 70, 75
Correns	37	Lippmann	11, 52, 68	Rose	19, 68, 70, 75
Eigenfeld	27, 33	Machatschki	47	Scheumann	37, 38
v. Engelhardt	47	Mackowski	58, 60	Schleich	59
Ertl	21	Matthes	33, 39	Schneider	22
Finn	22	Meixner 17, 19, 39, 52, 68, 75		Schröder	11, 75
Gross	68	Menzer	8, 13	Seeliger	14
Haberlandt	76	Möllenstedt	58	Smolczyk	58
Hartwig	70	Neuhaus 8, 12, 17, 47, 58		Spangenberg	17
Hellwege	58	Nickel	37	v. Steinwehr	70
Hennecke	19	Nielsen	25, 51, 71	Strunz	22
Hentschel	35	v. Philipsborn	62, 68	Teuscher	34
Hiller	55, 58	Pieruccini	51	Trojer	18
Jagodzinski	13, 47	Piller	52, 61	Wimmenauer	25
Jasmund	50	Radzewski	59	Winkler	7, 45
Kleber 8, 9, 11, 13, 52, 54, 57		Ramdohr	13, 17, 25, 54	Wölfel	13
Kühlwein	25			Wondratschek	56

Bericht

über die 30. Jahresversammlung und Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft vom 1.—10. August 1952 in Regensburg

Auf der diesjährigen Tagung, an der 201 angemeldete Mitglieder und Gäste teilnahmen, wurden folgende Veranstaltungen durchgeführt.

1. Vorexkursion in den Vorderen Bayerischen Wald.
2. Nachmittagsexkursionen nach Kelheim und Weltenburg sowie zur Walhalla und zum Sulzbacher Flußspat.
3. Hauptexkursion in den Oberpfälzer Wald und das westliche Vorland.
4. Nachexkursion nach Erbdorf, Göpfersgrün und Berneck.

Auf den Exkursionen fanden zahlreiche Besichtigungen von Gruben und Werken statt.

Ferner wurde folgendes Programm durchgeführt:

Eröffnungssitzung, Empfang der Stadt Regensburg mit feierlicher Überreichung der Albertus-Magnus-Medaille an Herrn STEINMETZ durch die Stadt Regensburg sowie Verleihung der AG.-Werner-Medaille an die Herren DE LA SAUCE und WÜSTER durch die DMG, geselliges Beisammensein im Bischofshof und in der Mensa, 2 Vorstandssitzungen, 2 Mitgliederversammlungen, wissenschaftliche Sitzungen, Führungen durch die Regensburger mineralogisch-geologischen Sammlungen.

Alle Veranstaltungen nahmen dank der vorbildlichen Vorbereitungen des Geschäftsführers der Tagung, Herrn STRUNZ, und seiner Mitarbeiter einen reibungslosen Verlauf. Er wurde dabei von den verantwortlichen Herren des Ostbayerischen Bergbaus freundlichst unterstützt. Die Deutsche Mineralogische Gesellschaft ist allen an den Vorbereitungen Beteiligten zu großem Dank verpflichtet.

Nachdem am 1. 8. die Vorexkursion stattgefunden hatte, erfolgte am 2. 8. durch den Vorsitzenden die Eröffnung der Tagung. Anschließend begrüßte Se. Magnifizenz, der Herr Rektor der Hochschule, die Gäste und wünschte der Tagung in der Stadt eines Albertus Magnus und Johannes Kepler beste Erfolge.

In den Mitgliederversammlungen kamen folgende Punkte zur Sprache:

1. Der Vorsitzende gedachte des verstorbenen Ehrenmitglieds

FERDINAND VON WOLFF.

2. Zur Wahlversammlung waren 85 wahlberechtigte Mitglieder, darunter 3 Vorstandsmitglieder, anwesend. Die Versammlung war damit beschlußfähig.

3. Es wurde einstimmig beschlossen, die lebenslängliche Mitgliedschaft wieder einzuführen. Lebenslängliche Mitglieder zahlen einmalig den 20-fachen Jahresbeitrag.
4. Der Vorsitzende teilte mit, daß nach Verhandlungen der Herren NEUHAUS und KLEBER mit der Deutschen Forschungsgemeinschaft der Druck ausführlicher Originalreferate in den „Fortschritten“ aufgenommen werden könne, auch die wesentlichsten Diskussionsbemerkungen sollen wieder gedruckt werden. Um ein rechtzeitiges Erscheinen zu gewährleisten, sollen die Referate und Diskussionsbemerkungen bis zu einem kurz nach der Tagung liegenden Termin abgeliefert werden, andernfalls werden sie nicht veröffentlicht.
5. Der Vorsitzende gab die bei ihm eingereichten Wahlvorschläge bekannt. Für den Vorsitzenden wurden die Herren ERNST und STRUNZ, für den Beirat die Herren CORRENS und STRUNZ von den Mitgliedern satzungsgemäß vorgeschlagen. Für die weiteren Besetzungen waren keine Kandidaten von den Mitgliedern genannt worden. Die Versammlung beschloß, den Beirat von 5 auf 7 Mitglieder zu erweitern. Nach Durchführung der Wahlen setzt sich der Vorstand wie folgt zusammen:

A. Vorstand

1. Vorsitzender: ERNST, Erlangen
 Stellvertretender Vorsitzender und Sektionsleiter:
 MENZER, München
 Ersatzmann: NEUHAUS, Bonn
 Stellvertretender Vorsitzender:
 HOENES, Karlsruhe
 Schriftführer: W. BORCHERT, München
 Schatzmeister: WÜSTER, Essen

B. Beirat

- Schriftleiter der Fortschritte: W. KLEBER, Bonn
 Beiratsmitglieder: BEDERKE, CORRENS, FRIEDRICH, HERMANN, RAMDOHR, STRUNZ, TRÖGER.

6. Der Vorsitzende verlas den Kassenbericht, der in diesem Jahr noch einmal von Herrn Dr. F. ROST geprüft worden und für richtig befunden war. Die Versammlung erteilte dem Schatzmeister Entlastung. Als künftiger Kassenprüfer wurde Herr SCHWIETE gewählt.
7. Der Schriftführer teilte den neuen Mitgliedsstand mit; danach stieg im vergangenen Jahr die Gesamtzahl der Mitglieder von 352 auf 390. Sie verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Gruppen.

Persönliche Mitglieder	328 (davon 51 ausländische)
Unpersönliche Mitglieder	57 (davon 11 ausländische)
Austauschmitglieder	5
8. Der Vorsitzende teilte mit, daß die Gesellschaft nunmehr ohne Vorbehalte in die Internationale Union for Crystallography aufgenommen werden könne. Die Versammlung beschloß einstimmig, den Aufnahmeantrag zu stellen. Der neugewählte Sektionsleiter wurde mit der Durchführung beauftragt.

Es wurde ferner mitgeteilt, daß wegen eines Formfehlers der bei der letzten Jahresversammlung in Bochum gefaßte Entschluß, die Eintragung in das Vereinsregister zu beantragen, wiederholt werden müsse. Gegen den erneuten Antrag erhob sich kein Widerspruch.

9. Einladungen für die nächste Jahresversammlung lagen vor von Herrn FRIEDRICH nach Leoben und — durch Herrn SCHEUMANN übermittelt — von Herrn LEUTWEIN nach einem noch zu bestimmenden Ort in der D.D.R. Herr BAIER hatte seine im Vorjahre übermittelte Einladung nach Mainz nach Schriftwechsel mit Herrn FRIEDRICH zurückgestellt. Nach eingehender Diskussion der beiden Vorschläge wurde in geheimer Abstimmung Leoben als Tagungsort gewählt.
10. Herr RÖSCH überreichte ein von ihm zusammengestelltes Archiv der DMG, für das er verschiedenes Bild- und Unterlagenmaterial zusammengestellt hatte. Er bat um weitere Unterstützung seiner Bemühungen und um Zusendung ihm noch fehlender Unterlagen.
11. Herr RÖSCH schlug weiterhin vor, das Wort „Achse“ in Zukunft generell mit x zu schreiben und bat die Versammlung um Stellungnahme zu seinem Vorschlag. Fr. MACKOWSKY wies in diesem Zusammenhang darauf hin, daß eine solche Veränderung von dem Deutschen Sprachverein entschieden werden müsse. Die Versammlung schloß sich diesem Vorschlag an.
12. Fr. MACKOWSKY regte an, daß zur Vermeidung von Überlastung unserer Tagungen mit Vorträgen für künftige Tagungen ein Rahmenthema gewählt werden solle, zu dem einige Hauptvorträge zusammenfassender Art und zum Thema passende Referate gehalten werden sollten. Der Vorsitzende stimmte diesem Vorschlag zu und regte seinerseits an, daß die Rahmenvorträge in den „Fortschrittsberichten“ erscheinen sollen. Die Versammlung war mit beiden Vorschlägen einverstanden.
13. Herr ERNST dankte dem scheidenden Vorstand für die geleistete Arbeit; der Vorstand sprach dem Geschäftsführer der Tagung den Dank der Gesellschaft für die Durchführung der Tagung aus.
14. Die Versammlung beschloß einstimmig, Herrn ENZMANN für seine Verdienste in der Entwicklung des Ostbayerischen Bergbaus die A.G.-Werner-Medaille zu verleihen. Die feierliche Überreichung wird anläßlich der Tagung der Sektion Kristallkunde in Erlangen im April 1953 erfolgen.

Exkursionen

Als wissenschaftliche Unterlage liegt die Monographie vor: HUGO STRUNZ, „Mineralien und Lagerstätten in Ostbayern“, ein mineralogisch-geologischer Übersichtsführer mit 77 Abbildungen, Profilen und Kartenskizzen sowie nahezu 500 Literaturzitaten. Erschienen in den Acta Albertina Ratisbonensia, Band 20, 1952, Seite 81 bis 203 sowie als selbständige Monographie. Verlag Gustav Bosse, Regensburg.

Vorexkursion am 1. August 1952 in den Vorderen Bayerischen Wald

Führung: H. STRUNZ unter Mitwirkung von J. NOTHHAFT und H. TILLMANN.

Fahrt von Regensburg mit 72 Teilnehmern durch das Regental bis Regenstein: frischer Pinitporphyr am Schellerberg, Hopfnerberg und Gaisberg. Zwischen Kleinramspau und Karlstein einige aufgelassene Brüche in unfrischem Pinitporphyr, sodann großer Bruch in vollkommen frischem, wenig Pinitführendem Granitporphyr (gelegentlich Flußspat). Zurück ins Regental; am Westufer des Regen vor Marienthal großer Steinbruch in sehr feinkörnigem Aplitgranit, roter Quarzporphyr, beide gleichfalls pinitführend, z. T. frische bis zentimetergroße pseudo-hexagonale Säulchen, z. T. zersetzt.

Über Nittenau und Gumping (Kristallgranit und „Diorit“) nach Roßbach. Hier ausgedehnter Bruchbetrieb auf Quarzglimmerdiorit. Gelegentlich Schollen von Paragneis als Einschluß im Diorit, ferner Diorit als Einschluß im Granit, schöne Kontaktstücke Granit/Diorit etc. Sodann an der Straße frische Blöcke von grobkörnigem Kristallgranit mit z. T. extrem großen Feldspäten. Der Kristallgranit bildet das Hauptgestein des Vorderen Bayerischen Waldes, kann aber wegen der tiefgründigen Verwitterung nicht in Brüchen gewonnen werden.

Bei Trasching am Perlbach als dunkles Ganggestein Kersantit diskordant im Gneis; letzterer zeigt hervorragend schön Granitisationsstrukturen. Weiter am Perlbach entlang, vor Regenpeilstein feinkörniger, teils weißgrauer, teils roter Granit, schwache tektonische Beeinflussung zeigend.

In Roding Teilung in 2 Gruppen: eine unter Führung von Herrn NOTHHAFT nach Altrandsberg am Pfahl (Ara-Quarzitwerke), die andere unter Führung von Herrn TILLMANN zur Braunkohlengrube Wackersdorf bei Schwandorf, ferner zum Tonerdewerk „Vereinigte Aluminiumwerke Schwandorf“ und zum Tonvorkommen und Schamottewerk Ponholz.

Die „Ara“-Quarzitwerke und die „Bayerische Braunkohlenindustrie AG. Schwandorf“ hatten freundlicherweise zu einem Zusammensein mit Vortrag und Imbiß eingeladen.

Halbtagesexkursion am 3. August 1952 zur Befreiungshalle

Führung: H. STRUNZ unter Mitwirkung von OTTO SCHNEIDER und ARTHUR SCHMIDT (ca. 120 Teilnehmer).

Von der Ziegetsdorfer Höhe südlich Regensburg bester Überblick über die geologischen Verhältnisse der Regensburger Landschaft. Weiterfahrt nach Süden zu einem mächtigen Bruch im „Großberger Sandstein“. Bei Abbach, Lengfeld und Kapfelberg cenomaner Grünsandstein über den Malmkalken. Besuch von Befreiungshalle und Kloster Weltenburg. Kahnfahrt durch das junge Durchbruchtal der Donau von Weltenburg bis Kelheim mit seinen Steilrändern in den Plumpen Felsenkalken des obersten Jura.

Halbtagesexkursion am 4. August 1952 zur Walhalla

Führung: H. STRUNZ unter Mitwirkung von O. SCHNEIDER und A. SCHMIDT (ca. 120 Teilnehmer).

Tegernheimer Schlucht: Jura-Scholle des Keilberges unmittelbar an der Südwestecke des Moldanubikums; Zusammentreffen der Keilberger NS-Verwerfung mit der hercynisch streichenden Donau-Randverwerfung. Besuch der Walhalla, Blick auf die Donauniederung und alpine Vortiefe. Kurzer Fußmarsch zur Flußspatgrube Sulzbach-I. Weiterfahrt zu den Mylonitsteinbrüchen bei Demling und zum „Schönfärbigen Bergwerk“ bei Kittenrain am Fürstlichen Tiergarten.

Hauptexkursion vom 6.—10. August 1952: Oberpfälzer Wald, Ostbayerisches Bruchschollenland und Südrand des Fichtelgebirges

Führung: H. STRUNZ unter Mitwirkung von R. EIGENFELD, S. MATTHES, E. O. TEUSCHER, CH. TENNYSON, W. VIERLING und G. VOLL.

1. Tag: Abfahrt der 104 Teilnehmer von Regensburg mit 3 Autobussen und ca. 10 Pkws. Erster Halt vor Schwarzenfeld, wo in 3 Granitbrüchen die letzten Ausläufer des Pfahles aufgeschlossen sind. Weiterfahrt zu den Flußspatgängen des Wölsendorfer Revieres, die in Fortsetzung des Pfahlstreichens liegen. Gemeinsamer Besuch der Grube Gewerkschaft (= Marienschacht), Begrüßung durch Herrn Dir. SAUER, Vortrag H. ZIEHR, Besichtigung der Flotation. Grubenfahrt wahlweise auf „Grube Gewerkschaft“, „Johannesschacht“, „Grube Roland“, „Grube Erna“, „Grube Erika“ und „Grube Cäcilia“. Es konnten prachtvolle Stufen mit Flußspat, Stinkspat, Schwerspat, Uranmineralien, Bleimineralien usw. gesammelt werden. Imbiß auf den einzelnen Gruben. Treffen aller Teilnehmer auf „Cäcilia“, Vortrag der Herren Dir. KALLMÜNZER und H. RIEDEL.

Weiterfahrt zur Buchtal-AG., Besichtigung des Ton- und Schamottewerkes sowie der ausgedehnten Ton- und Braunkohlengruben (Führung Dr. SCHÜTTIG; Mittagessen). Am „Großen Kilometerstein“ an der Straße nach Amberg in tertiären Sanden Carneole verschiedenen Aussehens.

Abends Empfang sämtlicher Teilnehmer durch die Eisenwerksgesellschaft Maximilianshütte in Sulzbach-Rosenberg, Begrüßung durch den techn. Dir. Herrn Dr.-Ing. R. HENNECKE, Vortrag zur Geologie der Lagerstätten durch Herrn GILLITZER, im Namen der ausländischen Teilnehmer sprach Herr MARTENSSON/Schweden, Übernachtung in S.-R., Auerbach und Amberg.

2. Tag: Grubenfahrten in Gruppen wahlweise in Sulzbach-Rosenberg, Auerbach und Amberg mit anschließenden Besichtigungen der Hochöfen, Gießereien und Walzenstraßen der Maximilianshütte in Sulzbach-Rosenberg und der Luitpoldhütte in Amberg. — In Ergänzung zu den Ausführungen im Übersichtsführer wurde die problematische Reduktion des Eisens beim Übergang vom FeOOH zum FeCO_3 im Vorkommen von Auerbach diskutiert (organ. Substanzen, Pyrit?).

Weiterfahrt zu den Kaolinvorkommen der Hirschau-Schnaittenbacher Senke. Besuch der Fa. KICK in Schnaittenbach, Begrüßung durch Herrn Direktor RASEL, Besichtigung des riesigen Kaolin-Tagebaues sowie der Aufbereitungsanlagen. Festliches Mittagessen.

Bei Wernberg wurde wieder das Kristallin des Oberpfälzer Waldes erreicht; die Fahrt führte durch das Granitgebiet von Leuchtenberg zum Granat- und Cordierit-Sillimanitgneis von Steinach. Übernachtung in Weiden und Neustadt/Waldnaab.

3. Tag: Vor Tröglersricht bei Weiden als bekannte Verwerfung die „Fränkische Linie“; an der Straße bei Tröglersricht typischer Quarzporphyr und an der „Blockhütte“ Steinbruch in granatführendem Paragneis; ca. 300 m weiter ein Bruch im Granitporphyr, diskordant in den Gneisen. Halt am Schloßberg in Waldau, einem serpentinierten Bronzitgabbro. Sodann als Glanzpunkt: Hagendorf. Es konnten auf Hagendorf-Süd große Mengen von Triphylin, Triplit, Triploidit, Apatit, Zinkblende, Hämatit und Rockbridgeit, ferner Wenzelit, Ludlamit, Phosphoferrit, Phosphophyllit, Vivianit, Eosphorit, Columbit u. a. gefunden werden. Begrüßung durch Herrn Direktor WILDENAUER, Grubenfahrt, Frühstück im Freien. Fahrt nach Pleystein mit seinem 35 m hohen Rosenquarzfelsen, städtische „Lehnensammlung“, Mittagessen.

Ab Pleystein führte Herr VOLL eine Gruppe durch sein Arbeitsgebiet entlang dem Luhetal, wo eine Serie von basischen und ultrabasischen metamorphen Gesteinen aufgeschlossen ist. Die andere Gruppe fuhr nach Flossenbürg (Granitkuppe mit prachtvoller zwiebelschaliger Absonderung) und zum Parkstein (Feldspatbasalt mit reichlich Einschlüssen von „Porzellanjaspis“ und gelegentlichem Olivin; säulenförmige Absonderung des Basaltes in ungewöhnlich schöner fächerförmiger Anordnung). Übernachtung wie am Vortag.

4. Tag: Vormittags Teilung in 2 Gruppen: Gruppe 1 Grubenfahrt auf Bayerland (Führung Dir. SPROSS); Gruppe 2 petrographische Führung durch Herrn MATTHES durch die Metabasite südlich des Steinwaldes bei Erbdorf. Mittags Zusammentreffen beider Gruppen auf Bayerland; Vortrag durch die Herren MAUCHER, München (Gruppe 1), RAMDOHR, Heidelberg (Gruppe 2); reiche Sammelergebnisse. Erfreulich war die Mitteilung, daß in Ergänzung zu den im Übersichtsführer veröffentlichten Zeichnungen inzwischen ein vom M-Lager abgescharter zusätzlicher Teil und konkordant zum Nebengestein Fortsetzung der bisherigen Lager in die Tiefe festgestellt werden konnte; erfreulich war auch ein festliches Mittagessen für sämtliche Teilnehmer mit einer Ansprache von Herrn SPANGENBERG und Herrn Kollegen WATANABE aus Tokio. Nachmittags Besichtigung des autochthonen Kaolins an der Schmelitz bei Tirschenreuth. Übernachtung wie am Vortag.

5. Tag: Führung durch die Herren TEUSCHER und EIGENFELD. Epimylonite bei Riglasreuth (10 km N von Erbdorf), Fahrt entlang dem Südrand der Fichtelgebirgsgranite nach Wunsiedel, zahlreiche Steinbrüche im Marmor, z. B. Sinatengrün, Besuch der Specksteingrube von Göpfersgrün. Weiterfahrt zum Bernecker Gneiskeil (am Südrand der Münchberger Gneismasse): Paragneise, Kalksilikatfelse, Silikatmarmore, reine Marmore, Augengneise orthogenetischer Stellung u. a.

Etwa 70 Exkursionsteilnehmer fuhren mit Abschluß der Hauptexkursion am späten Nachmittag des 4. Tages gemeinsam nach Regensburg zurück, die übrigen am späten Nachmittag des 5. Tages. Den Herren des ostbayerischen Bergbaues, die durch ihr Verständnis und Entgegenkommen diese glanzvolle Exkursion ermöglichten, sei auch an dieser Stelle von seiten der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft herzlich gedankt. Besonderer Dank gebührt dem Freund der Mineralogie, Herrn Dipl.-Landwirt VIERLING aus Weiden, für seine geschichtlichen Vorträge während der genannten Fahrten und die Ermöglichung kostenloser Übernachtungen für die jüngeren Teilnehmer. Die bestens geplante Vorbereitung durch den Exkursionsleiter und der völlig reibungslose Ablauf verdienen besondere Hervorhebung.

Referate und Diskussionsbemerkungen

HELMUT G. F. WINKLER (Marburg): **Struktur des Tief- $K_2Li(AlF_6)$ und ihre Beziehung zum Elpasolith $K_2Na(AlF_6)$.**

Aus Lösungen bilden sich Kristalle der Zusammensetzung $K_2Li(AlF_6)$, deren Pulverdiagramm hinsichtlich der Netzebenenabstände und Intensitäten sehr dem Elpasolith (1) ähnelt. Die Ermittlung der Struktur dieser rhomboedrischen Tieftemperaturmodifikation, welche bis $470^\circ C$ stabil ist, ergab: $a_R = 5,573 \text{ \AA}$, $\alpha = 60^\circ 01'$. Hexagonale Aufstellung: $a_0 = 5,574 \pm 0,002 \text{ \AA}$, $c_0 = 13,648 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $c/a = 2,449$. 3 K_2LiAlF_6 in der Elementarzelle. $D_{exp} = 3,00$; röntgenographisch = 3,066, Raumgruppe $R \bar{3} m - D_{3d}(5)$.

Punktlagen (hexagonale Beschreibung):

3 Al in (a): $0 \ 0 \ 0$; $\frac{1}{3} \ \frac{2}{3} \ \frac{1}{3}$; $\frac{2}{3} \ \frac{1}{3} \ \frac{2}{3}$;

3 Li in (b): $0 \ 0 \ \frac{1}{2}$; $\frac{1}{3} \ \frac{2}{3} \ \frac{5}{6}$; $\frac{2}{3} \ \frac{1}{3} \ \frac{1}{6}$;

6 K in (c): $0, 0, \frac{1}{3} - z$; $0, 0, \frac{2}{3} + z$; $\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, z$; $\frac{2}{3}, \frac{1}{3}, \bar{z}$;

$\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{2}{3} - z$; $\frac{2}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3} + z$; (z hat denselben Wert wie bei den F-Positionen)

18 F in (h): $(0 \ 0 \ 0; \frac{1}{3} \ \frac{2}{3} \ \frac{1}{3}; \frac{2}{3} \ \frac{1}{3} \ \frac{2}{3}) +$

$\bar{x} \ x \ z$; $2x, x, z$; $\bar{x}, 2\bar{x}, z$;

$x \ \bar{x} \ \bar{z}$; $x, 2x, \bar{z}$; $2\bar{x}, \bar{x}, \bar{z}$;

$x = 0,158 \pm 0,002$

$z = 0,080 \pm 0,001$

Die AlF_6 -Koordinationsoktaeder, die das wesentliche Bauelement darstellen, sind etwas in Richtung einer Trigyre, welche parallel der kristallographischen c-Achse verläuft, gestreckt.

Man kann die Struktur der Tiefmodifikation folgendermaßen beschreiben: AlF_6 -Oktaeder liegen derart, daß die zweifache Kantenlänge die a_0 -Periode ergibt; zweimal $2,64 = 5,28 \approx 5,57 \text{ \AA}$. Zwischen den Oktaedern befinden sich Hohlräume, in die gerade ein Kalium-Ion hineinpaßt. So werden nahezu dichtest gepackte Kugellagen aufgebaut aus 3 F + 1 K, welche durch Al, welches in oktaedrischen Lücken je zweier solcher Kugellagen sitzt, zu einer Doppelkugellage der Zusammensetzung $[K_2AlF_6]^{-1}$ verbunden sind. Drei solche Doppelkugellagen jeweils um $\frac{1}{3} \ \frac{2}{3} \ \frac{1}{3}$ gegeneinander verschoben und durch Li elektrostatisch miteinander verbunden bilden die Struktur der Elementarzelle.

Stellt man die kubische Elementarzelle des Elpasolith ($a_0 = 8,109 \text{ \AA}$) auf eine Trigyre, dann betragen die auf ein hexagonales Achsenkreuz bezogenen Identitätsabstände $\frac{1}{2} a_0 = 5,735$ und $c_0 = 14,048 \text{ \AA}$; sie sind nur wenig größer als die des rhomboedrischen Tief- K_2LiAlF_6 . Auch $[K_2AlF_6]^{-1}$ Strukturelemente kann man beim Elpasolith herausgreifen. Es bestehen jedoch folgende strukturelle Unterschiede: Die Tiefmodifikation hat die Raumgruppe $R \bar{3} m$, während nach MENZER (2) Elpasolith die Raumgruppe $Pa3-T_h^6$ hat, zwischen denen keinerlei einfache strukturelle Beziehungen bestehen. Sonst sind aber die Gitterdimensionen und auch die Bauzusammenhänge und Parameter sehr ähnlich, so daß eine Homöotypie zwischen beiden Kristallarten vorliegt. Außer der geringen Streckung der AlF_6 -Oktaeder in Richtung einer Trigyre (parallel der c-Achse) besteht zwischen beiden Strukturen folgender Unterschied, auf den auch die doppelt so große a_0 -Periode des auf hexagonale Achsen bezogenen Elpasoliths zurückzuführen ist: Beim K_2LiAlF_6 liegen die Schwerpunkte der Fluor-Ionen jeweils exakt in einer 0001-Ebene; beim Elpasolith dagegen liegen keine planaren K_2AlF_6 -Doppellagen vor; sie haben vielmehr Einbuchtungen, in die das Natrium sich hineingedrückt hat.

Beim Elpasolith beträgt die Summe der Volumina der Fluor- und Kalium-Ionen 65,2% des Volumens der Elementarzelle, so daß eine Aufweitung um 12 Volumen-% beim Elpasolith gegenüber einer dichtesten Kugelpackung vorliegt. Die Struktur des K_2LiAlF_6 kann dagegen, insbesondere wegen der planaren Anordnung seiner Kugellagen, als annähernd dichteste Kugelpackung der K- und F-Ionen betrachtet werden. Bei dieser Struktur ist nur eine Volumenaufweitung um 4% eingetreten (Packungsdichte 71,0 gegenüber 74,1 einer dichtesten Kugelpackung).

Die weniger dichte Packung des Elpasoliths ist aus dem größeren Platzbedarf des Natrium-Ions gegenüber demjenigen des Lithium-Ions völlig verständlich. Diese Unterschiede in der Packungsdichte äußern sich auch in der Höhe der Brechzahl bei beiden Kristallarten: Der Elpasolith hat $n = 1,376$, welche wegen der geringeren Packungsdichte der F- und K-Ionen (welche ja überwiegend die Höhe der Brechzahl bestimmen) geringer ist als die mittlere Brechzahl des Tief- K_2LiAlF_6 von 1,3905. Die sehr schwache Doppelbrechung dieser Kristalle mit 0,001 ist erklärlich aus der geringeren Abweichung der Punktlagen von einer kubischen Symmetrie. Der negative Charakter der Doppelbrechung ist auf die in der Struktur ausgebildeten K_2AlF_6 -Doppelkugellagen zurückzuführen, welche senkrecht zur c-Achse liegen. $\omega = 1,391$ und $\varepsilon = 1,390$.

Ein sehr wesentlicher Unterschied hinsichtlich des physikalischen Verhaltens zwischen K_2LiAlF_6 und Elpasolith ist der, daß Elpasolith keine Spaltbarkeit zeigt, während eine sehr gute Spaltbarkeit sowohl nach der Basis wie nach $\{10\bar{1}1\}$ beim K_2LiAlF_6 zu beobachten ist. Dieser nicht erwartete Unterschied dürfte auf den einzigen wirklich wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Kristallarten zurückzuführen sein: Beim K_2LiAlF_6 liegen fast dichteste Kugellagen vor, welche ohne weiteres einen Translationsschritt einer Doppelkugellage gegenüber einer darunter liegenden um $\frac{a}{6}\sqrt{3}$ in Richtung der Zwischenachse oder um $\frac{a}{2}$ in Richtung der a-Achse ermöglichen. Wenn solch eine Verschiebung eines Kristallbereiches gegenüber einem anderen, z. B. parallel der Basis (oder parallel $\{10\bar{1}1\}$ -Netzebenen) eingetreten ist, dann berühren sich sämtliche Fluor-Ionen einerseits und sämtliche Kalium-Ionen andererseits der beiden betroffenen benachbarten Doppelschichtlagen, so daß eine elektrostatische Zersprengung des Kristalls parallel derjenigen Ebene stattfinden wird, parallel der die Gitterbereiche, z. B. durch Druck oder Schlag verschoben worden sind. (Es sei darauf hingewiesen, daß eine makroskopische Translation beim K_2LiAlF_6 nicht zu erwarten ist, da jede Verschiebung von Kristallbereichen gegeneinander zu elektrostatischer Zersprengung führt.)

Daß beim Elpasolith keine Spaltbarkeit zu beobachten ist, dürfte daran liegen, daß die Na-Ionen, die in Einbuchtungen zwischen den Doppelkugellagen sitzen, eine Translation um einen Bausteinabstand blockieren. Kein anderer struktureller Grund kann für das Ausbleiben der Spaltbarkeit beim Elpasolith verantwortlich gemacht werden. Es sei erwähnt, daß K_2LiAlF_6 außer mit Elpasolith noch mit einer Anzahl weiterer Strukturen homöotyp ist. — Die Arbeit wird in „Heidelberger Beiträge zur Mineralogie“ 3, 297, demnächst erscheinen.

Literatur

1. FRONDEL, C.: American Mineralogist 33, 84—87 (1933).
2. MENZER, G.: Fortschritte Mineral. etc. 17, 439 (1932).

Diskussionsbemerkungen

KLEBER: 1. Liegen unmittelbare Beobachtungen über die Translationsfähigkeiten der beiden Kristallarten vor?

2. Was kann über die spezielle Morphologie des $K_2Li(AlF_6)$ gesagt werden?

NEUHAUS: Ist der Elpasolith streng isotrop? Eine Prüfung auf optische Isotropie an genügend dicken Kristallstücken kann erfahrungsgemäß noch Doppelbrechung ergeben, wenn dünne Schichten völlig isotrop erscheinen. Spannungsdoppelbrechung ist durch seine Trachtabhängigkeit auszuschließen.

MENZER: 1. Bemerkung zur Frage von NEUHAUS: Die Gitterkonstanten von $K_2Na(AlF_6)$ verhalten sich innerhalb einer Fehlergrenze von 1:10 000 wie 1:1:1; eine niedrigere Symmetrie als die kubische ist daher nicht anzunehmen.

2. Eine Nachprüfung der 1932 mitgeteilten Elpasolith-Struktur weist daraufhin, daß die beiden sehr kleinen Parameterwerte des Fluors (0,01 und 0,03) ein wenig größer, als bisher angenommen, sind.

H. G. BACHMANN und W. KLEBER (Bonn): Die Struktur des Palmierits und ihre Isotypiebeziehungen

Auf der Suche nach isotypen Verbindungen im Verlauf von Strukturuntersuchungen über das 3:1-Bleiorthovanadat $\text{Pb}_3(\text{VO}_4)_2$ fiel das Augenmerk auf den Palmierit $\text{PbK}_2(\text{SO}_4)_2$. Eine Analogie im strukturellen Aufbau dieser beiden Verbindungen schien auf Grund allgemeiner Erwägungen wahrscheinlich, denn neben der gleichen Anzahl von Kationen pro Anion sind auch die Ionenradien von $\text{Pb}^{2+} = 1,32 \text{ \AA}$ und $\text{K}^+ = 1,33 \text{ \AA}$, bzw. $\text{S}^{6+} = 0,34 \text{ \AA}$ und $\text{V}^{5+} = 0,59 \text{ \AA}$ (n. PAULING) einander weitgehend ähnlich. Diese rein hypothetischen Voraussetzungen der Isotypiewahrscheinlichkeit konnten im Verlauf der Untersuchungen bestätigt werden. Bei der kristallchemischen Verwandtschaft von Phosphaten und Vanadaten war fernerhin eine Isotypiebeziehung zu den Phosphaten entsprechender Bauweise anzunehmen. So wurde der Kreis der Betrachtung auf die normalen Orthophosphate des Strontiums und Bariums, $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ bzw. $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$, ausgedehnt. Auch für diese Verbindungen gilt das oben Gesagte bezüglich Ionenradien und Kationen-Anionen-Verhältnis. ($\text{Ba}^{2+} = 1,43 \text{ \AA}$, $\text{Sr}^{2+} = 1,27 \text{ \AA}$ und $\text{P}^{5+} = 0,34 \text{ \AA}$.) Die beiden zuletzt genannten Substanzen wurden von ZACHARIASEN strukturell bearbeitet, während für den Palmierit ein Strukturvorschlag von BELLANCA existiert. Nähere Einzelheiten über das Bleiorthovanadat, wie Darstellungsmethodik, Analysen, Kristallzüchtungsversuche und detaillierte Angaben über die Struktur sollen in Kürze gesondert veröffentlicht werden. Die Tabelle gibt die angedeuteten Isotypieverhältnisse wieder. (Die Isotypie zwischen Palmierit und Whitlockit — von STRUNZ aufgezeigt — wurde in diese Zusammenstellung absichtlich nicht mitaufgenommen, da Whitlockit gegenüber allen genannten Verbindungen eine Sonderstellung einnimmt; sowohl in bezug auf die Raumgruppe als auch in der Zahl der Formeleinheiten pro Elementarzelle und der Morphologie der Kristalle. Die mutmaßliche Raumgruppe des Whitlockits ist $\text{R}\bar{3}\text{c} - \text{D}_{3d}^{6^2}$ und die hexagonale Elementarzelle soll 24 Formeleinheiten enthalten. Die Kristalle sind deutlich rhomboedrisch und ohne Spaltbarkeit. Palmierit, Barium- und Strontiumorthophosphat, sowie Bleiorthovanadat bilden blättchenförmige Kristalle von tafeligem Habitus. Die größeren, künstlich gezüchteten Kristalle des Bleiorthovanadats spalten ausgezeichnet nach (0001).)

Palmierit und isotype Verbindungen

		a_0	c_0	a_{rh}	α	
Palmierit	$\text{PbK}_2(\text{SO}_4)_2$	5,48	20,61	7,56	$42^\circ 28'$	$\text{D}_{3d}^5 - \text{R}\bar{3}\text{m}$
Bleiorthovanadat	$\text{Pb}_3(\text{VO}_4)_2$	5,98	20,50	7,65	$46^\circ 02'$	$\text{D}_{3d}^5 - \text{R}\bar{3}\text{m}$
Strontiumorthophosphat	$\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$	5,60	21,00	7,71	$42^\circ 35'$	$\text{D}_{3d}^5 - \text{R}\bar{3}\text{m}$
Bariumorthophosphat . .	$\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$	5,39	19,79	7,29	$43^\circ 21'$	$\text{D}_{3d}^5 - \text{R}\bar{3}\text{m}$

Im folgenden sei die Struktur, die ZACHARIASEN dem Barium- bzw. Strontiumorthophosphat zuordnet, kurz beschrieben: Zwei Schichten mit Ba-Ionen und PO_4 -Tetraedern liegen in ihrer hexagonalen Anordnung so übereinander, daß die Tetraederspitzen der einen Schicht auf die Bariumionen der anderen zu liegen kommen, und umgekehrt. Die Lücken zwischen den Spitzen der PO_4 -Tetraeder sind mit Bariumionen ausgefüllt. Die auf diese Weise aufgebauten „Schichten“ zeigen eine Aufeinanderfolge, die der kubisch dichtesten Kugelpackung entspricht. Eine hexagonale Einheitszelle mit 3 Formeleinheiten besteht also aus drei Schichten. Die Bariumionen sind je nach ihrer Lage von 12 oder 10 Sauerstoffionen koordiniert. Die Voraussetzungen für die Ausbildung dieser Struktur sind die Tetraederkonfigurationen der PO_4 -Tetraedergruppen. Während in der Struktur des Barium- bzw. Strontiumorthophosphats ein

Barium- bzw. Strontiumion die rhomboedrischen Punktlagen (000) besetzt, nimmt nach dem Strukturvorschlag für den Palmierit von BELLANCA das Bleion die rhomboedrischen Punktlagen ($00\frac{1}{2}$) ein. Die Punktlagen der anderen Ionen entsprechen sich in den beiden Strukturen (bei unterschiedlichen Parametern). Da eine Berechnung der Struktur des Bleiorthovanadats nach der Vorlage von ZACHARIASEN zu einer sehr guten Übereinstimmung von Messung und Berechnung führte, sollte einmal geprüft werden, ob auch der Palmierit diesem Strukturtyp hinzuzufügen ist.

Die eigenen Untersuchungen wurden an synthetischem Palmierit durchgeführt. Nach ZAMBONINI wurden stöchiometrische Mengen von Kalium- und Bleisulfat unter Beimengung von Natriumsulfat mehrere Stunden bei 1000°C geschmolzen, mit wässriger Kaliumsulfatlösung isoliert und ausgewaschen. Auf eine Analyse des Präparates wurde verzichtet, da eine solche von ZAMBONINI für auf gleichem Wege hergestellten Palmierit bereits angegeben wird und das hier durch Schmelzen gewonnene Bleikaliumsulfat makro- und mikroskopisch genau der von ZAMBONINI beschriebenen Verbindung entsprach. Die erhaltenen kleinen, perlmutterglänzenden Kristallblättchen gestatteten nur Debye-Scherrer-Aufnahmen mit Cu K α -Strahlung (Ni-Filter). Zählrohrspektrometer-Aufnahmen mit Fe K α , β -Strahlung lieferten für einen bestimmten Winkelbereich gemessene Intensitätswerte. (Aus technischen Gründen ließen sich nicht alle Reflexe im θ -Winkelbereich von $0-180^{\circ}$ erfassen. Die Zählrohraufnahmen wurden in dankenswerter Weise vom physikalischen Laboratorium der Bayer-Werke, Leverkusen, angefertigt.) Die Wiedergabe der Tabellen und graphischen Darstellungen ist für die erwähnte, umfassendere Veröffentlichung vorgesehen. Die Übereinstimmung zwischen geschätzten, gemessenen und berechneten Intensitäten ist befriedigend. Den Intensitätsberechnungen liegt folgender Strukturfaktor (für rhomboedrische Achsen) zugrunde:

$$A = 4 \{ \cos \pi [(h+k)(x+y) + 2lz] \cos \pi (h-k)(x-y) + \\ + \cos \pi [(k+l)(x+y) + 2hz] \cos \pi (k-l)(x-y) + \\ B = 0 \quad + \cos \pi [(l+h)(x+y) + 2kz] \cos \pi (l-h)(x-y) \}$$

Daraus ergibt sich die Intensität:

$$I \sim |F|^2 \cdot p \cdot \frac{1 + \cos^2 2\theta}{\sin^2 2\theta \cos \theta}$$

Die Parameter und Punktlagen sind:

Pb in (000)

2 K in $\pm(xxx)$ $x = 0,204 \pm 4$

2 S in $\pm(xxx)$ $x = 0,404 \pm 4$

2 O_I in $\pm(xxx)$ $x = 0,335$

6 O_{II} in $\pm(xxz; xzx; zxx)$ $x = 0,283$ $z = 0,748$

Dabei ergeben sich folgende Abstände:

$$\left. \begin{array}{l} \text{S-O}_I = 1,51 \text{ \AA} \\ \text{S-O}_{II} = 1,51 \text{ \AA} \end{array} \right\} \text{vorausgesetzt} \quad \begin{array}{ll} \text{Pb-O}_I = 3,15 \text{ \AA} & \text{K-O}_I = 2,75 \text{ \AA} \\ \text{Pb-O}_{II} = 2,70 \text{ \AA} & \text{K-O}_{II} = 2,80 \text{ \AA} \end{array}$$

Schrifttum

BELLANCA, A.: La struttura della palmierita, 1946 Periodico di mineralogia (Roma) 15, S. 5-25.

ZACHARIASEN, W. H.: The crystal structure of the normal orthophosphates of barium and strontium, 1948 Acta Cryst. 1, S. 263-265.

ZAMBONINI, F.: Mineralogia Vesuviana, 1910, S. 323.

Die Untersuchungen wurden im Mineralogisch-petrographischen Institut, Abt. für Kristallographie, der Universität Bonn durchgeführt. Die ausführliche Veröffentlichung ist für die Monatshefte des Neuen Jahrbuchs für Mineralogie etc. vorgesehen.

Die röntgenographischen Arbeiten wurden z. T. mit Apparaturen durchgeführt, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft als Leihgabe zur Verfügung gestellt sind. Hierfür sei auch an dieser Stelle gedankt.

Diskussionsbemerkungen

LIPPMANN: Eine Entscheidung, ob die Diskrepanz zwischen einigen berechneten und gemessenen Intensitätswerten auf einem Textureffekt beruht, könnte durch Aufnahmen von flächenhaften Präparaten bei senkrechter Durchstrahlung mit einer Guinier-Kamera getroffen werden. Dann müßten die Intensitätsverhältnisse zwischen berechneten und gemessenen Intensitäten umgekehrt sein, d. h. die Intensitäten der in Frage stehenden Reflexe wären kleiner als die berechneten.

BACHMANN: Die Messung der Intensitäten für den Palmierit ist — apparativ bedingt — nur für höhere Reflexe durchführbar gewesen. Dadurch erklären sich Abweichungen bei berechneten und gemessenen Intensitäten. Die Übereinstimmung dieser Werte ist bei dem vermutlich gleich gebauten Bleiorthovanadat besser, da dort die Zählrohrmessung bei kleinen θ -Werten ansetzen konnte.

KLEBER: Die Unterschiede in den morphologischen Verhältnissen von Palmierit und Whitlockit brauchen nicht notwendig auch für entscheidende Unterschiede im Strukturtyp zu sprechen. Mitunter genügen geringe Differenzen in den Parameterwerten, um den morphologischen Typus merkbar zu verändern. Auf alle Fälle ist eine Homöotypie zwischen Palmierit und Whitlockit nicht auszuschließen.

ALFRED SCHRÖDER (Hamburg): **Der Elementarkörper und die Dichte des Ramsdellits, MnO_2**

Eine Probe feinkörniges, schwach stengliges Manganerz von eisengrauer bis schwarzer Farbe vom Orte Gözören im türkischen Manganerzbezirk von Ereğli am Schwarzen Meer (nördl. Breite $41^\circ 20'$, östl. Länge $31^\circ 40'$) zeigt im Debye-Scherrerdiagramm dieselben Interferenzlinien, die auch FLEISCHER und RICHMOND (Economic Geology 1943) für das rhombische Mineral Ramsdellit MnO_2 angeben.

Die Indizierung des Ramsdellitdiagramms gelingt, wenn 1. einige Interferenzen der tetragonalen Modifikation, dem Pyrolusit, zugeschrieben werden und wenn 2. als Dichte ρ_x des Ramsdellits der Wert 4,370 verwendet wird, der weit unter dem von FLEISCHER und RICHMOND angegebenen Werte 4,7 liegt. Der Wert $\rho_x = 4,370$ wird bestätigt durch direkte Dichtemessungen an winzigen Kristallbruchstücken unter Anwendung einer Thalliumformiat-Malonatschmelze. Die Abmessungen des rhombischen Elementarkörpers von Ramsdellit betragen:

$$\begin{aligned}a_0 &= 6,374 \pm 0,001 \text{ \AA} \\b_0 &= 10,126 \pm 0,002 \text{ \AA} \\c_0 &= 4,092 \pm 0,001 \text{ \AA}\end{aligned}$$

Diese Zelle wird aufgebaut von 8 MnO_2 .

H. KÜHNE (München): **Elektronendichte im Al, Cu und Ag**

Ausgehend von der Frage, ob in Metallatomen Abweichungen der Elektronenverteilung von der Kugelsymmetrie bestehen, wurden mit Hilfe der röntgenographischen Fouriersynthese die Elektronendichten im Al, Cu und Ag berechnet. Die Koeffizienten der Fourierreihen, die Strukturamplituden F_{hkl} , wurden aus den Intensitäten der Röntgenstrahlinterferenzen von DEBYE-SCHERRER-Aufnahmen, die nach der Pulverplättchenmethode¹⁾ hergestellt worden waren, ermittelt. Es wurden Mo- und Cu-Strahlung benutzt. Die β -Strahlungen wurden durch ZrO_2 - bzw. Ni-Filter absorbiert. Die Photometrierung erfolgte im selbstregistrierenden Zeiß-Photometer. Da die ermittelten Strukturamplituden F_{hkl} relative Werte waren, wurden sie mit einem der am genauesten meßbaren Werte F aus den Interferenzen (111) oder (200) der Cu-Aufnahme bzw. (420) oder (422) der Mo-Aufnahme an den entsprechenden mit einem Temperaturfaktor versehenen Wert der Internationalen Tabellen angeschlossen. Der Fehler der aus der Summation der einzelnen Fourierglieder resultierenden Elektronendichte wurde aus der algebraischen Summe der Fehler der einzelnen Koeffizienten ermittelt.

¹⁾ G. MENZER, Z. f. Naturforschg. 2a, 335, 1947.

Die Berechnung der Elektronendichten im Al, Cu und Ag in den Richtungen [100], [110] und [111] ergab ein Hauptmaximum am Atomort und mehrere Nebenmaxima in der Umgebung bis zur halben Röntgenperiode. Während beim Al und Ag das Hauptmaximum und das 1. Nebenmaximum in den drei angegebenen Richtungen zusammenfallen, für diesen Bereich also kugelsymmetrische Elektronenverteilung angenommen werden darf, ist beim Cu nur das Hauptmaximum kugelsymmetrisch. Durch Multiplikation der Volumina der Kugelschalen des Atoms mit ihrer mittleren Elektronendichte und anschließender Summation über den kugelsymmetrischen Bereich ergaben sich folgende Elektronenzahlen:

	Hauptmaximum	Nebenmaximum	Atom
Al	$9,0 \pm 0,5$ Elektr.	$2,0 \pm 0,5$ Elektr.	11 ± 1 Elektr.
Ag	$30,8 \pm 1$ „	$14,5 \pm 1$ „	45 ± 2 „
Cu	19 ± 3 „		

Die äußeren Schalen des Cu-Atoms sind ungleichmäßig von Elektronen besetzt; deshalb wurde die Anzahl der Elektronen des Nebenmaximums nicht berechnet.

Da die Fourierreihe nur eine bestimmte Gliederzahl, die durch die Zahl der meßbaren Röntgeninterferenzen gegeben ist, aufweist, wurde der Einfluß ihres Abbruchs auf die Elektronenverteilung des Al bzw. auf Ort und Amplitude der Nebenmaxima untersucht. Es ergab sich, daß das Hauptmaximum im wesentlichen unverändert bleibt und das 1. Nebenmaximum mit wachsender Gliederzahl unter starkem Schwanken seiner Form und seines Maximalwertes im allgemeinen stetig gegen das Hauptmaximum rückt, während die weiteren Nebenmaxima ständig Ort und Amplitude wechseln. Berechnet man aus einigen Dichtekurven mit Haupt- und 1. Nebenmaximum die Elektronenzahlen, so ergeben sich folgende Werte:

Abbruch nach Σh^2	Al-Atom
24	11,2 Elektronen
27	12,1 „
56	13,0 „
59	10,9 „

Die Elektronenzahlen liegen innerhalb der oben angegebenen Fehlergrenzen mit Ausnahme des Abbruchs nach $\Sigma h^2 = 56$, die sicher zu hoch ist. Hier reicht das 1. Nebenmaximum schon etwas über den kugelsymmetrischen Bereich hinaus. Die Dichtekurven und Elektronenzahlen bei verschiedener Gliederzahl der Fourierreihe zeigen, daß die Nebenmaxima zwar zur Berechnung der Elektronenzahl herangezogen werden müssen, daß ihren Orten aber anscheinend keine physikalische Bedeutung zukommt.

In der Literatur sind zur Beseitigung der Abbrucheffekte öfter Rechentemperaturen in Fouriersynthesen eingeführt worden. Um einen Anhaltspunkt über deren Einfluß auf die Elektronenverteilung zu gewinnen, wurden in die Fouriersynthese des Al Rechentemperaturen von 4000° , $10\,000^\circ$ und $100\,000^\circ$ C eingeführt. Während bei 4000° C die Elektronendichte auf der halben Würfelkante je nach Gliederzahl der Reihe noch positive und negative Werte annimmt, gibt es bei einer Rechentemperatur von $10\,000^\circ$ C keine negativen Dichtewerte mehr, allerdings ist auch der Ort des Atoms nur noch schwach zu erkennen. Geht man zu einer Rechentemperatur von $100\,000^\circ$ C über, so spielt überhaupt nur noch das erste konstante Glied der Fourierreihe, das die Zahl sämtlicher in der Elementarzelle vorhandenen Elektronen angibt, eine Rolle, d. h. alle Elektronen sind gleichmäßig über die ganze Zelle verteilt. Durch Rechentemperaturen lassen sich demnach zwischen den Atomen verschiedene Elektronendichten, bis zur gleichmäßigen Verteilung aller Elektronen über die ganze Zelle, herstellen.

Diskussionsbemerkungen

NEUHAUS: Wie läßt sich der wesentlich erscheinende Unterschied in der Anordnung der Elektronen der Nebenmaxima für Al, Ag einerseits und Cu andererseits verstehen? Die Deutung als Abbrucheffekt bzw. die Beseitigung dieses Unterschieds durch beliebige Rechentemperaturen erscheinen mir wenig befriedigend.

KLEBER: Wenn Elektronenhäufungen außerhalb der Massenzentren als Abbrucheffekte zu deuten sind, so ergeben sich heute gewisse kristallphysikalische Konsequenzen. **BRILL** und Mitarbeiter haben bei ihren Untersuchungen am metallischen Magnesium gefunden, daß Elektronenhäufungsstellen zwischen den Gitterplätzen vorliegen. Daraus hat **SEIFERT** auf einen den heteropolaren Gittern entsprechenden Translationsmechanismus bei Metallen geschlossen. Eine solche Deutungsmöglichkeit verlore durch die Kritik von **KÜHNE** an Gewicht.

MENZER: Zur Bemerkung von **NEUHAUS** über den gewaltigen Unterschied in der Elektronenverteilung von Al, Ag einerseits und Cu andererseits:

Auch Cu hat ein zweites Elektronenmaximum, das sich jedoch von dem des Al und des Ag dadurch unterscheidet, daß es nicht kugelsymmetrisch ist, sondern verschiedene Elektronendichten längs der Richtungen [100], [110], [111] hat. Berücksichtigt man dieses zweite Maximum für die Berechnung der Elektronenzahl der Kupferatome, so kommt man auf ähnliche Verhältnisse wie beim Al und Ag.

JAGODZINSKI: Die Fouriermethode als Hilfsmittel für genauere Auskünfte über die Elektronenverteilung in Kristallen birgt mancherlei Gefahren in sich. Die strenge Anwendung des Prinzips setzt an sich den Idealkristall voraus, der in der Natur nur sehr selten verwirklicht ist. Abgesehen von der Schwierigkeit der präzisen Intensitätsmessung auf Pulveraufnahmen selbst bei Berücksichtigung der integralen Intensität eines Reflexes ist oft eine eindeutige Aussage über die Zuverlässigkeit der Messung nicht möglich, da die nicht erfaßbare Intensität außerhalb der Maxima unterschlagen wird. In Wirklichkeit steckt aber ein erheblicher Anteil der Reflexintensität im Untergrund der Pulveraufnahme. Bei genauer Kenntnis der Art der Abweichung vom Idealkristall ist eine rechnerische Extrapolation des Realkristalls auf den Idealkristall wohl möglich, jedoch ist mir noch kein Fall bekannt, für den eine solche Rechnung wenigstens abschätzungsweise durchgeführt wurde. Solange also diese Effekte nicht sorgfältig ausgeschlossen worden sind, muß man alle Ergebnisse mit großer Vorsicht betrachten.

WÖLFEL: Die Feststellung der Ladungsanhäufungen in Kristallgittern dürfte unseren Erfahrungen nach möglich sein, wenn man die schwächsten Reflexe noch mit genügender Genauigkeit vermessen kann (Übergang zu kurzwelliger Strahlung, Absolutmessungen, gute spektrale Bedingungen durch leistungsfähige Monochromatoren etc.). Die Anbringung eines künstlichen Temperaturfaktors ist ungeeignet, weil die Elektronendichten zwischen den Atomrümpfen dadurch verfälscht werden, hingegen ist eine Extrapolation der glatten F-Kurve über die Meßgrenze hinaus möglich und liefert gute Resultate. Die Elektronenanhäufung im Mg-Gitter kann nach den zugrundeliegenden Messungen noch nicht als gesichert angesehen werden.

Frage: Inwieweit stimmen Ihre Meßergebnisse mit den Ergebnissen der russischen Autoren überein?

H. KÜHNE: Ich habe gezeigt, daß die Einführung von Rechentemperaturen zwar die Konvergenz der Reihe verbessert, im übrigen aber keine tiefergehenden Schlüsse erlaubt.

Die Amplituden und Orte der Nebenmaxima sind bei wechselnder Gliederzahl der Reihe beträchtlichen Schwankungen unterworfen, so daß ihnen keine direkte physikalische Bedeutung beigelegt werden darf.

Die Fehlergrenzen der beobachteten Strukturamplituden F_{hkl} lassen nur die angegebenen Aussagen zu.

PAUL RAMDOHR (Heidelberg): Über den Mineralbestand der Zink- und Bleilagerstätte von Wiesloch in Baden

Die Lagerstätte von Wiesloch stellt bekanntlich eine Verdrängung von Kalken des oberen Muschelkalks durch Schalenblende, Bleiglanz und Gelpyrit dar. Sie hat neuerdings besonderes Interesse erhalten dadurch, daß **REHWALD** in ihr Jordanit, bisher neben Bleiglanz übersehen, in großen Massen entdeckte.

Die genaue Untersuchung des Mineralbestandes machte erhebliche Schwierigkeiten, weil die Einzelminerale auf Grund niedriger Bildungstemperatur durch z. T. metakolloide Natur und innige Verwachsungen in allen Eigenschaften von der Norm abweichen können, außerdem die Zahl der Komponenten sehr hoch ist.

So konnte z. B. ein Bleiglanz gefunden werden, der $> 3\%$ Sb enthielt, aber mikroskopisch wie röntgenographisch völlig homogen war und auch in der Gitterkonstante sich nicht meßbar vom normalen Bleiglanz unterschied. Er war auch isotrop, aber etwas weißer als gewöhnlicher. Dagegen sind andere Bleiglanze erheblich unternormal reflektierend und deutlich anisotrop, gleichgültig ob sie praktisch formelmäßig zusammengesetzt sind oder wesentliche As-Mengen enthalten. Ähnliches trifft auch bei Markasit zu, der in der Härte bis unter den Bleiglanz gehen kann und dabei lederbraun ist. Immer wieder müssen Pulveraufnahmen den Befund kontrollieren.

Roh der Menge nach geordnet sind überhaupt nachgewiesen: Zinkblende (z. T. ev. noch ZnS-Gel), Wurtzit, Bleiglanz (x), Gelpyrit, Jordanit, Gratonit (x), diese alle in erheblicher Menge. In manchen Teilen der Lagerstätte steckt sicher erheblich viel Pb in „Spießglanzen“. — Seltener, aber z. T. doch noch verbreitet und reichlich sind Geokronit, Geokronitgel, Semseyit, Auripigment, Hutchinsonit (x), Kupferkies, Meneghinit, Realgar, dazu mehrere noch unbestimmte. Die meisten von ihnen bilden traubig-nierige Massen, die mit (x) bezeichneten deutliche Kristalle oder Aggregate von solchen. — Gangarten sind hauptsächlich Calcit und prächtig kristallisierter Baryt.

Der Jordanit ist ganz analog dem von Guillemain in Oberschlesien erkannten und vom Verf. beschriebenen. Auch hier pseudomorphosiert er oft Gratonit ($\text{Pb}_9\text{As}_4\text{S}_{15} \rightarrow \frac{1}{3} \text{Pb}_{28}\text{As}_{14}\text{S}_{48}$). — Geokronit hat praktisch genau gleiches Pulverdiagramm wie Jordanit und scheint hier mit ihm Mischkristalle (oder submikroskopische rhythmische Verwachsungen) zu liefern. Der Formel $\text{Pb}_5\text{SbAsS}_5$ des Geokronits entspricht $\text{Pb}_{1\frac{2}{3}}\text{As}_2\frac{1}{3}\text{S}_8$ des Jordanits. Eine besondere Überraschung bildeten röntgenamorphe Massen von psilomelanartigem Aussehen. Sie lieferten in Pastillen gepreßt bereits nach einer Temperung von 2 Minuten bei etwa 100° ein völlig sauberes Geokronitdiagramm. — Gratonit in feinen Nadeln ist in den äußersten Teilen der Schalenblenden in einem Aufschuß sehr verbreitet. Die modellschön entwickelten Kristalle lassen sich ohne Mühe mit Salzsäure aus der leicht löslichen Schalenblende isolieren und zeigen alle von Cerro de Pasco und Oberschlesien bekannten Formen (und einige mehr); sie erreichen 3 cm Länge, sind aber meist erheblich kleiner. Hutchinsonit ist nur lokal reichlicher; er fällt durch etwa Proustite-ähnliche Eigenschaften auf. Die nadeligen Kristalle zeigen pseudotetragonalen Habitus. Die tiefe Bildungstemperatur spricht hier gegen die nach den bisherigen mangelhaften Analysen postulierte Mischkristallbildung. Gut entwickelt ist nur die Prismenzone. Semseyit ($\text{Pb}_9\text{Sb}_8\text{S}_{21}$) hat hier deutliche Innenreflexe, was Beziehungen zu den „Spießglanzen“ der As-Reihe vermuten läßt. Erwähnt sei nur noch ein weiteres sphärolithisch ausgebildetes Erz, das bei + Nic. im Auflicht eine eigentümliche spiralförmige Auslöschung zeigt, etwa ähnlich den von BERNAUER beschriebenen „gedrillten Kristallen“ im Durchlicht. — Eine ausführlichere Arbeit wird vermutlich im N. Jb. f. Min. (Mh.) erscheinen.

ERICH SEELIGER (Heidelberg): Die Mineralparagenesen einiger Bohrungen im Muschelkalk südlich und südwestlich von Wiesloch in Baden (vorläufiger Bericht)

Mit Tafel 1—2.

Zur Untersuchung ihrer Wieslocher Lagerstätte hat die Stolberger Zink AG. südwestlich der Ortschaft Wiesloch im Gebiete des Gänsberges 9 Tiefbohrungen ausführen lassen, von denen drei Teile des unteren Keuper und den gesamten Muschelkalk durchteufen; beim Rest begnügte man sich im wesentlichen mit der Erkundung der Erzführung des oberen Muschelkalkes. Zudem sind anläßlich zufällig entdeckter Vererzung in einer Bohrung der B. E. W. bei Ubstadt nahe Bruchsal auch dort zwei weitere Versuchsbohrungen ausgeführt, so daß insgesamt das Kernmaterial von 12 Bohrungen zur Untersuchung vorlag.

Tektonisch gesehen grenzt das Gebiet des Gänsberges im Westen unmittelbar an den eigentlichen Rheintalhauptabbruch (Verwurf über 1000 m) und wird im Osten durch die sog. Angelbach-Störungszone steilhercynisch begrenzt. Innerhalb der eigentlichen Gänsberg-Keuper-Scholle ist durch Bohrungen eine weitere rheinisch gerichtete Störungszone erschlossen, die bei BARTZ als Weißenberg-Störungszone bezeichnet ist.

Die Kerne aller Bohrungen zeigten auf Klüften Erzführung, allerdings hat sich erneut bestätigt, daß der obere Muschelkalk und in ihm gewisse Partien der eigentlichen Trochitenbänke und des Semipartituskalkes bevorzugt, z. T. auch metasomatisch vererzt sind. Die aufgefundenen Paragenesen unterscheiden sich zum größten Teil wesentlich von dem, was aus Wiesloch bislang bekannt war und neuerdings durch RAMDOHR aus der eigentlichen Lagerstätte bekannt geworden ist.

Schalenblenden und mit ihnen Sb-führende Bleiglanz wie auch die sonst sehr charakteristischen Jordanite und Gratonite treten hier weit gegen außerordentlich gliederreiche und fast immer wohlkristallisierte Mineralgesellschaften zurück, deren Altersgliederung vorläufig nur durch Herstellung der relativen Altersbeziehungen zu den Gangarten Dolomit und Schwerspat gegeben werden kann. So sind unterscheidbar:

1. Intradolomitische Bildungen

Im Gesamtgebiet hat zeitlich schon relativ früh — aber sicher nicht syngenetisch — eine Dolomitisierung mancher Muschelkalkgesteine eingesetzt, in die hinein am Gänsberg und bei Ubstadt die Abscheidung einer an Cu- und Ag-Mineralien auffällig reichen Sulfidparagenese fällt. An Hand des vorhandenen Kernmaterials schon jetzt eine strenge Altersgliederung der Einzelminerale durchzuführen, wäre verfrüht. Die hier gegebene Reihenfolge der Einzelbeschreibungen entspricht aber in großen Zügen der Abfolge.

Idiomorpher Pyrit bildet oft die Kristallisationsgrundlage für alle jüngeren Sulfidverbindungen. Achsenparallel mit ihm orientiert verwachsen erscheint in relativ vielen Schlfen CoS_2 , Cattierit, ein sonst recht seltenes, in seinem Vorkommen praktisch auf Katanga beschränktes Mineral, das in seinem $a_0 = 5,64$ zwischen Pyrit ($a_0 = 5,40$) und Bleiglanz ($a_0 = 5,93$) liegt. Das erklärt die recht häufig zu beobachtende achsenparallele Orientierung aller drei Minerale in der Folge Pyrit, Cattierit, Bleiglanz, und selbst da, wo anscheinend Bleiglanz allein im Zonarbau größerer Pyrite orientiert auftritt, ließen sich, freilich nur in reliefreien Schlfen, winzigste Cattierite als Ursache dieser Art einer hereditären Verwachsung mehrfach nachweisen. Fahlerz ist sehr häufig, etwas seltener ist Enargit. Beide werden oft von jüngeren Gelpyriten in der Art der „vererzten Bakterien“ umkrustet und allmählich verdrängt. Der Chemismus der Fahlerze wechselt. Nicht selten werden stärker reflektierende Sbreiche Kerne von fast reinem As-Fahlerz zonar umwachsen. Die Abscheidung von Kupferkies (Abb. 1 Taf. 2), der hier sehr gemein ist, folgt nun. Sehr viele Fahlerze zeigen bereits orientierte Aufwachsungen oder enthalten ihn bereits orientiert zonar, in seiner Hauptmenge ist er aber etwas jünger. Etwa gleichzeitig, vielleicht wenig später, kommt es zur Hauptabscheidung von Blende und Bleiglanz, die die ältere Mineralwelt umhüllen, zu der u. a. auch eine ganze Reihe von Ag-Mineralien neben Ag, das ged. auftritt, gehören. Hier ist in erster Linie die Gruppe der Silberkiese zu nennen, von der mehrere, z. Zt. noch nicht näher bestimmbare, aber sichere Vertreter an Randpartien von CuFeS_2 -Körnern geknüpft, nicht selten auftreten. Rittingerit kommt mit seinen typisch orangen Innenreflexen neben Blende, in seinem Bildungsalter etwa dem Fahlerz gleich, in bleiglanzreicheren Gangteilen vor. In Konzentraten der gleichen Sulfidparagenese aus Gängen überwiegend dolomitisch-calcitischer Gangart vom Schachtaufschluß am Gänsberg ist dann auch Pyrrargyrit gefunden worden, und schließlich trat in Randpartien größerer Kupferkiese zweimal Pearceit auf.

Die relativ hohe Altersstellung dieser „Silberträger“ und ihre Vielgestaltigkeit sind recht wesentliche Gegensätze zu dem, was aus den Bauen der Grube Segen Gottes bekannt ist. Gleicherart gegensätzlich kommen am Gänsberg eine Reihe von z. T. noch nicht sicher bestimmten „Sulfosalzen“ vor. Gesichert ist das Auftreten von Seligmannit — leicht erkennbar an seinen typischen Parkettzwillingen — und von Zinnkies. Hierher gehört auch ein in seinem Reflexionsvermögen zinnkiesartiges Mineral (sicher nicht Zinnkies), während die für Wiesloch sonst ganz typischen Jordanite und Gratonite in dieser Teilparagenese offenbar ganz fremd sind.

Was aus den Bohrungen bei Ubstadt an älteren Bildungen bekannt ist, entspricht nur insofern nicht ganz den Verhältnissen am Gänsberg, als hier offenbar in einer etwas jüngeren, sicher aber ascendenten Mineralisationsphase eine häufig sogar sehr weitgehende Verdrängung von Fahlerz, Bleiglanz und Blende durch Luzonit und Enargit eingetreten ist. (Abb. 1 u. 2, Taf. 1) Abweichungen zeigen sich sonst noch im Auftreten von Germanit in Fahlerz und im Vorkommen von Wittichenit und Emplektit, alles in freilich kleinen Mengen. Immerhin ist aber allein schon das Erscheinen von Bi und Ge interessant, weil es prinzipiell Beziehungen der beschriebenen Paragenese aufzeigt zu der der Co-Ag-Ni-Bi-Erzgänge des Schwarzwaldes einerseits und Vorkommen des Typs Butte, Montana und Tsumeb andererseits.

2. Postdolomitisch-präbarytische Bildungen

Eine gesonderte Gruppe von Mineralien dieses Alters entspricht prinzipiell dem bekannten Wieslocher Lagerstättentyp. Extrem tief temperierte Schalenblenden herrschen hier vor, vergesellschaftet mit Bleiglanz und wenig Jordanit, an dessen Stelle hier neben etwas Semseyit (Abb. 2, Taf. 2) in der Hauptsache noch gegenwärtig gelförmige Sulfosalzbildungen vorliegen. Die Altersstellung Ag-As- und Tl-reicher Mineralien ist hier ganz wesentlich anders als im beschriebenen älteren Teil der Paragenese und entspricht einer Erscheinung, die Grusca vom Binnental, Wallis, beschreibt. Offenbar bedingen auch hier umlagernde CO_2 -reiche Wässer eine Instabilität solcher Verbindungen. Das zeigt sich in der Lagerstätte in gewissem Sinne in der Verbreitung des Hutchinsonites (Pb, Tl) $\text{S Ag}_2\text{S } 5 \text{ As}_2\text{S}_3$, der stets nur in allerjüngsten Bildungen vorliegt, von dem jedoch in Pseudomorphosen auch Zeugen ehemaliger Existenz bekannt sind. Am Gänsberg und bei Ubstadt nehmen Hutchinsonit (Abb. 3, Taf. 2) — der hier übrigens sehr viel häufiger ist als im Binnental — Auripigment, Realgar und Lorandit meist in Gesellschaft mit Calcit die Stellung einer separierten Teilparagenese ein, und es ist noch ungewiß, ob die genannten Verbindungen altersmäßig hierher gehören oder allerjüngste postbarytische Umbildungen sind.

Sichere

3. Postbarytische Bildungen

sind im Kernmaterial recht reichlich zu finden. Auffällig ist, daß der Schwespat oft ganz oder z. T. jung forttransportiert und durch Quarz pseudomorph ersetzt ist. Sowohl in Hohlräumen solcher Pseudomorphosen als auch in krustenförmigen Umhüllungen treten Bleiglanz und Blende auf, hier wieder kristallisiert und stark zonar gebaut, wobei auch Quarz im Zonarbau der Bleiglanze auftritt. In dieser Eigentümlichkeit entsprechen die Bildungen ganz dem, was aus den Gängen im Odenwald-kristallin, etwa von Reichenbach und Hohensachsen, schon lange bekannt ist.

Zu erwähnen ist noch die Häufigkeit von Kluftöl in den erzführenden Störungszonen des Gänsberggebietes. Bis zu 7 m lange Kernteile sind ölimprägniert. Im Rahmen der Oxydation dieser Ölmengen zu Asphalt ist beispielsweise etwas ged. Kupfer neugebildet. In größeren Mengen jedoch tritt ein noch unbekanntes, extrem hoch lichtbrechendes ($n \sim 2,0$ sicher $> 1,8$) farbloses, monoklines nach (010) dünntafeliges Mineral auf, das morphologisch etwa gewissen Pb-Oxychloriden sehr ähnlich ist, aber von sämtlichen organischen Immersionsflüssigkeiten sofort gelöst wird. Wahrscheinlich handelt es sich um ein organisches Ag-Sb-Salz, im Spektrogramm treten jedenfalls nur Linien des Ag und Sb auf. Das Mineral wird gegenwärtig analysiert, und eine ausführliche Beschreibung ist in Kürze zu erwarten.

Abschließend ist vielleicht festzustellen, daß

1. die Verschiedenheit der Art und Altersstellung der Ag-Mineralien in älterer und jüngerer Teilparagenese zwangsläufig auf eine entscheidende Wesensverschiedenheit im Chemismus der transportierenden hydrothermalen Lösungen hinweist, was auch die beobachtete Unterschiedlichkeit in Alter und Art der Sulfosalze in beiden Paragenesen unterstreicht. Sehr wahrscheinlich wird dadurch, daß ein nicht unbeachtlicher Teil der jüngeren (postdolomitischen) Bildungen eine Umlagerung älterer (intradolomitischer) Vererzung ist;

2. ist mit Sicherheit auszusagen, daß die beschriebene ältere Teilparagenese ganz zweifellos eine echte ascendent hydrothermale Bildung darstellt, die ihrer Natur nach

und in ihrer Beheimatung in Triasgesteinen nur mit dem für das Gebiet so bedeutungsvollen jungcretacischen oder alttertiären Vulkanismus in Verbindung gebracht werden kann.

Diskussionsbemerkungen

NEUHAUS: 1. Kommt in den Gänsebergaufschlüssen auch Gelpyrit vor und ist er ebenfalls As-haltig?

2. Ist der Drehsinn der Spiralformen der abgebildeten, unbekannten Phase stets gleichsinnig?

3. Ähnliche Spiraltendenzen zeigt gelegentlich der Mimetesit, bei dem sich die Prismenflächen, skelettförmig wachsend, einrollen.

SPANGENBERG: Durch das Auffinden des Thalliums in dem Hutchinsonit von Wiesloch ist die geochemische Parallele zu der oberschlesischen Pb-Zn-Lagerstätte vollkommener geworden. Ist es möglich, daß auch in Oberschlesien der Tl-Gehalt an Hutchinsonit gefunden ist und dies Mineral dort bisher nur übersehen wurde?

MEIXNER: Hat die Auffindung von Tl-Mineralen praktische Bedeutung? Tl-Geewinnung?

RAMDOHR: nein.

RÖSCH: 1. BERNAUER fand die Drilling bei organischen Substanzen beschränkt auf chemisch nicht ganz reines Material; Spuren von Fremdkörpern scheinen wesentlich zu sein.

2. Anregung, den Vergrößerungsgrad von Mikroaufnahmen nicht durch Zahlenangabe, sondern durch aufgemalte oder eingeritzte Skala im Einzelfall zu kennzeichnen, was insbesondere hinsichtlich der Projektion günstig ist.

3. Anregung der farbphotographischen Aufnahme bei Anschliffbildern, die trotz des teuren Verfahrens häufig lohnend sein wird, zumal jetzt wieder Agfacolor-Umkehrfilm mit hohem Auflösungsvermögen zur Verfügung steht.

LEONHARDT: Eine Reihe von Erscheinungen der im Vortrag RAMDOHR erwähnten gedrillten Kristalle kann zusammen mit Beobachtungen über Strahlungskristallisation einer einheitlichen geometrischen und physikalisch-chemischen Interpretation unterworfen werden. Kristallisate von Kupferchloridhydrat bzw. basischem Kupferchlorid in biologisch-medizinisch wichtigen Systemen bilden weitere reizvolle Beispiele für dieses interessante Gebiet.

GERHARD REHWALD (Aachen): Eine neue Schleif- und Poliermaschine für die Anfertigung von Erz- und Metallanschliffen

1928 hat der Amerikaner VANDERWILT seine grundlegende Arbeit über die Herstellung reliefloser oder besser gesagt reliefarmer Erz- und Metallschliffe veröffentlicht.

Seine Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Gröberes Schleifkorn als 10 Mikron darf, auch für die Herstellung der ersten ebenen Fläche, nicht benutzt werden, weil sonst tiefe Ausbrüche und Risse entstehen, deren Beseitigung äußerst zeitraubend, wenn nicht überhaupt unmöglich ist. Die nacheinander anzuwendenden, immer feiner werdenden Schleifmittel sollen in zweckmäßiger Weise abgestuft und absolut frei von Überkorn sein.
2. Bei der Politur darf das Korn nicht rollen, sondern muß in einem Trägerstoff eingebettet sein und festliegen, es soll schneidend wirken. Befeuhtet wird mit Paraffinöl, nicht mehr mit Wasser.
3. Schleif- und Polierscheiben müssen mit Nuten versehen werden zur Aufnahme ausgerissener Partikelchen, des Abriebes und zur Abführung überflüssigen Benetzungsmittels.
4. Die mechanische Durchführung des Schleif- und Polierprozesses erfordert genormte Schleifkörper, die von VANDERWILT durch Einbetten des anzuschleifenden Materials in Bakelit bei erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck hergestellt wurden.

Die ausgezeichneten VANDERWILT'schen Angaben konnten durch folgende Feststellungen ergänzt und erweitert werden.

5. Die Temperatur der Schleif- und Polierfläche ist (durch Wasserkühlung) konstant zu halten. Sie soll möglichst der Temperatur bei der Beobachtung entsprechen, da sonst die Schriffe nicht als eben anzusehen sind.
6. Gleichmäßigere Schleifbedingungen werden durch Verwendung einer Topfscheibe, mit möglichst schmaler Schleifringfläche, statt einer Planscheibe erreicht.
7. Die Anwendung von gleichzeitig drei zwangsläufigen Bewegungsrichtungen verhindert Schleifschatten, auch an den kleinsten Körnern.
8. Durch Verwendung einer Druckplatte wird der Schleifdruck über die ganze Fläche verteilt und damit eine gleichmäßige Politur der ganzen Schlifffläche erreicht.
9. Die erhebliche Druck- und Temperaturbeanspruchung der Erze bei der Einbettung in Bakelit wird durch Verwendung geeigneter Gußharze mit vorgeformten Bakelitringen weitgehend herabgemindert. Die Einbettung größerer Erzstücke ist hierdurch erst möglich geworden.
10. Die Verwendung dickerer Erzstücke (bei gutem Handstückformat) wird stärkstens befürwortet, da dünnere Stücke durch das Formatisieren zahlreiche Sprünge erhalten, die die Anfertigung höchstwertiger Schriffe unmöglich machen.

Unter Berücksichtigung all dieser Voraussetzungen hat die Maschinenfabrik Diepreux in Düren, nach den Angaben des Vortragenden, eine Standardmaschine konstruiert, deren Serienfertigung geplant ist. Die Maschine gestattet die gleichzeitige Herstellung von 6 Schriffen von 40 mm Durchmesser. Es können auch Schriffe von 60 mm Durchmesser angefertigt werden. (Daneben ist eine Sonderkonstruktion in Arbeit, die gleichzeitig bis zu 6 Schriffe zwischen 40 und 120 mm Durchmesser und evtl. bis zu 150 mm Durchmesser schleift.)

Die Maschine kann mit einer Abdrehvorrichtung für das Plandrehen abgenutzter Schleif- und Polierscheiben versehen werden.

Die Maschine und die erzielbaren Schliffqualitäten wurden im Lichtbild gezeigt.

Es ist heute möglich, nahezu relieflose Schriffe von sehr heterogen zusammengesetzten Erzen, von porösem Material und von Körnerpräparaten bis zu 30 Mikron Korngröße zu machen, die, auch bei größten Härteunterschieden, wirklich plan und den stärksten Vergrößerungen zugänglich sind. (Die zuverlässige Einbettung von Korn bis 10 Mikron ist inzwischen gelungen, die Polierverfahren sind in der Entwicklung.)

Damit ergaben sich neue Beobachtungs- und Forschungsmöglichkeiten. Die spektroskopischen Untersuchungen von Einzelmineralien werden überprüft werden müssen, da sich herausgestellt hat, daß es praktisch kaum reine Erzminerale gibt und kleinste Fremdelementgehalte durch wohldefinierte Mineraleinschlüsse, die sich bisher der Beobachtung entzogen, verursacht werden. Die opaken Bestandteile der Schweremineralfractionen von Sedimenten werden der Bestimmung zugänglich usw. usw.

Die Entwicklung einer Zusatzeinrichtung zur mechanischen Fertigung von Dünnschliffen auf der gleichen Maschine wurde in Aussicht gestellt.

Die Schleif- und Poliermaschine wurde mit allem Zubehör, das die Anfertigung von Anschliffen vereinfacht und verbilligt, im Betrieb vorgeführt.

Diskussionsbemerkungen

TROJER: Bei der mikroskopischen Untersuchung der Rohstoffe und Fertigprodukte der keramischen, Eisen- und Metallhüttenindustrie ergeben sich ganz gleiche Probleme in der Herstellung reliefarmer Schriffe. Zur Herstellung hochwertiger Schriffe benütze ich seit 5 Jahren rotierende plangedrehte Lindenholz-Scheiben meist mit sorgfältig hergestelltem Chromoxyd in wäßriger Aufschlämmung als Poliermittel. Die damit erzielten Polituren sind vielleicht in ihrer Güte jenen nach der REHWALD-Methode hergestellten nicht ganz gleichwertig, aber doch für hochgestellte Ansprüche ausreichend. Chromerze lassen sich damit je nach der Silikatart, die sie enthalten, reliefarm bis relieffrei polieren. Absolut relieffreie Schriffe wurden an Graphiteinschlüssen in Roheisen erzielt. Schriffe von Siliziumkarbid mit Siliziummetalleinschlüssen und Korund eingeschlossen in Glas bzw. Mullit können mit Holz fast relieffrei hergestellt werden.

Die Schliifvorbereitung besteht im Zurechtsägen geeigneter Plättchen, Vorschleifen mit passenden Schleifkörnungen auf ruhenden Glasscheiben, nachträglichem Überziehen mit einer härtenden Lackschicht und anschließendem 1—2stündigem Polieren auf Holz. Die Holzscheiben sind stirnseitig zu verwenden und halten sich Monate. Sie können an jeder vorhandenen Poliermaschine angebracht werden und verursachen kaum nennenswerte Kosten.

ROSE: Wie werden die zum Schleifverfahren erforderlichen Korngrößen der Schleif- und Poliermittel hergestellt?

MEIXNER: Bei der Lagerstättenforschungsstelle der österr. alpinen Montangesellschaft (dzt. Knappenberg, Kärnten) wird seit etwa 2 Jahren bei der Herstellung von Anschliffen sehr verschiedenartiger Erze und Gesteine die Schleifvariante von F. TROJER mit Lindenholzscheiben mit sehr gutem Erfolg verwandt.

Ged. Bi, Bi₂S₃, FeAs₂, FeS₂ nebeneinander im selben Anschliff sind fast reliefrei zu erhalten.

Bei PbS und CuFeS₂ in feinsten Verwachsung machte die Erkennung des PbS Schwierigkeiten, da infolge der Reliefarmut die Schleifhärtenunterschiede mittels der SCHNEIDERHÖHN'schen Lichtlinien nicht klar zum Ausdruck kamen; zu solcher Diagnostik hilft dann leichtes Überpolieren auf Tuch. Besonders wertvoll zur Herstellung guter Anschliffe bei TROJER, bei FRIEDRICH und bei mir, um Zerkatzung zu verhindern, ist das ein- bis mehrmalige Tränken mit Lacken (Isolierlacke der Elektroindustrie, die bei 40—80° getrocknet werden). Als Einbettungsmittel für Körnerpräparate und zerbrechlichstes Material (z. B. feinste Manganite, Pyrolusite, Wad) habe ich Phosphatzement der Zahnärzte oft mit Erfolg verwendet. 1—2 mm dicke Phosphatzement-schicht, die dann in einer Form durch Gips zwecks Zementersparung auf Anschliffstückdicke vergrößert wird.

Herrn REHWALD's neue Schleifmaschine ist eine sehr begrüßenswerte Weiterentwicklung älterer Instrumente. Instituten, denen nicht die zur Anschaffung der neuen Maschine nötigen Geldmittel zur Verfügung stehen, möchte ich trotzdem TROJER's Verfahren mit Lindenholzscheiben als Polierunterlage empfehlen. Nach einiger Übung ist man sicher oft vom Erreichten überrascht.

Anmerkung: Im Verlauf der Diskussion über diesen Vortrag wurde die Hilfsbereitschaft der Stolberger Zink AG. für Bergbau und Hüttenbetrieb in Aachen, die die recht kostspieligen Entwicklungsarbeiten großzügig unterstützte und damit überhaupt erst ermöglichte, hoch anerkannt.

Durch den Vortragenden ließ sie das erste Exemplar der neuen Schleif- und Poliermaschine in der beabsichtigten Standardausführung Herrn Prof. P. RAMDOHR für seine Arbeiten überreichen.

RUDOLF HENNECKE (Sulzbach-Rosenberg): **Wirtschaftliche Bedeutung des Bergbaues in Ostbayern**

Ich habe zu berichten über die wirtschaftliche Anwendung der Mineralogischen Forschung im Bergbau. Ostbayern erscheint als ein für die Mineralogen besonders reiches Gebiet. Bergbau wird aber nur dort betrieben, wo eine Anhäufung der Bodenschätze eine wirtschaftliche Ausnutzung gestattet. Betrachten wir allgemein das Verhältnis der auszunutzenden Bodenschätze zu der Bevölkerung, so müssen wir unser deutsches Bundesgebiet, auch das frühere Reichsgebiet, als verhältnismäßig arm an Bodenschätzen ansehen. Wir waren außer bei Kohle und Kali immer auf die Einfuhr von Rohstoffen aus dem Ausland angewiesen. Betrachten wir nun das bayerische Gebiet innerhalb des Bundesgebietes, so liegt noch ein geringerer Bodenreichtum als im Durchschnitt des Bundesgebietes vor. Die großen Vorkommen an Kohle liegen, sowohl an Steinkohle als auch an Braunkohle, im Lande Nordrhein-Westfalen. Demgegenüber hat Bayern keine vergleichliche Kohlegewinnung aufzuweisen. Vier Betriebe, die eine Pechkohle fördern, liegen in Südbayern. Eine jüngere Rohbraunkohle, die einen Heizwert von etwa 2000 WE aufweist, kommt in den Seitentälern der Naab und des Regens vor. Sie erreicht nur bei Wackersdorf eine Ausdehnung, die eine wirtschaftliche Aus-

nutzung mit Großmaschinen möglich macht. An das Vorkommen von Wackersdorf sind ein Kraftwerk des Bayernwerkes und eine Brikettfabrik angeschlossen. Die Braunkohle wird im Tagebau gewonnen. Gerade in den Tagebaubetrieben sind sehr starke maschinelle Förderungen möglich geworden, welche es gestatten, den Abraum für nur wenige Pfennige pro Kubikmeter von der Kohle abzuheben und die Kohle billig zu gewinnen, so daß im allgemeinen die Wärmeeinheiten aus Rohbraunkohle wesentlich billiger zu gewinnen sind als aus Steinkohle. Voraussetzung für diese Gewinnung ist vor allem eine große Ausdehnung der Lager, denn sonst lohnt sich die Anschaffung der außerordentlich kostspieligen Maschinen, unter ihnen die Förderbrücke, die ein besonderes Beispiel für einen erfolgreichen Ersatz der Handarbeit durch Maschinenarbeit ist, nicht. Diese Ausdehnung ist aber für die übrigen Braunkohlenvorkommen des Naabtales und der Umgebung nicht gegeben, so daß es sich nicht lohnt, hierauf große Anlagen zu errichten oder auch Pläne auf längere Sicht zur Versorgung größerer Gebiete oder auch eines Werkes mit größerem Wärmebedarf zu verfolgen.

Kohle in der besonderen Form des Graphits wird in einem Betrieb in Ostbayern bei Kropfmühl in der Nähe von Passau gewonnen. Hier sind 500 Arbeiter bei der Gewinnung von Graphit tätig. Es ist dieses das einzige Vorkommen, das in der Bundesrepublik ausgenutzt wird.

Eine wesentliche Bedeutung haben für das ostbayerische Gebiet die dort liegenden Erden in Form von Sand, Kaolin und Ton. Es sind hier an 4000 Arbeitskräfte beschäftigt, die einen Wert von jährlich 30 Millionen fördern. Zu erwähnen sind dabei besonders die Kaolinvorkommen in der Gegend von Schnaittenbach und Hirschau. Dieser Kaolin wird im Tagebau gewonnen und ist in mächtigen Lagern von 10—20 m Mächtigkeit abgesetzt, als ein Zersetzungsprodukt aus der böhmischen Granitmasse, das in der Buntsandsteinzeit aus dem vorgelagerten Gebirge zusammen mit Quarzsand in mächtigen Sedimentlagern angeschwemmt wurde. Der Kaolin bietet für die ostbayerische Porzellanindustrie und für die Papierfabrikation einen wichtigen Rohstoff. Mit dem Kaolin zusammen wird auch Quarz und Feldspat gewonnen. Ein reines Feldspatvorkommen, das auch sehr interessante seltene Mineralien aufweist, ist das Vorkommen von Hagendorf.

Im Naabtal und Regental sind vielfach Tonschichten festgestellt worden, die z. T. mit Braunkohle zusammen abgelagert sind, aber auch ohne diese. Sie enthalten über 40% Tonerde und bilden einen seit Jahren wachsenden Rohstoff für die Erzeugung hochwertiger feuerfester Steine. Es ist anzunehmen, daß die Vorkommen größere Bedeutung bekommen, nachdem in den bisherigen Fundstellen des Westerwaldes und der Rheinpfalz die Ergiebigkeit schon nachläßt. Die heutige Fördermenge erreicht bereits das 3fache der Vorkriegsmenge.

In ebenso günstiger Entwicklung sind auch die Flußspatabbaugebiete in der Gegend von Nabburg. Dort wird dieses Mineral Kalziumfluorid in einer Anzahl von Gängen im Granit abgebaut. Der Spat ist besonders rein und ist deshalb ein äußerst begehrtes Mineral, das nicht nur den deutschen Bedarf deckt, sondern auch nach Amerika abgesetzt wird. Die Förderung hat sich seit 15 Jahren mehr als verdreifacht. Es werden mehr als 1000 Mann beschäftigt und ein Jahresumsatz von über 12 Millionen erzielt. Von vielen kleineren Vorkommen dürfte noch das Schwefelkiesvorkommen von Pfaffenreuth zu erwähnen sein, das sich auch in günstiger Entwicklung befindet und zu den seltenen Vorkommen von Schwefelkies überhaupt gehört. Es ist neben dem allerdings vielfach größeren Vorkommen von Meggen/Westf. dasjenige, das mit einer nennenswerten Erzeugung erwähnt werden kann. Die Eigenförderung bedeutet eine Entlastung des Devisenbedarfes.

Kommen wir jetzt zuletzt zu der Gewinnung und Förderung von Eisenerzen, so ist daran zu erinnern, daß die Förderung von Eisenerzen in der Oberpfalz im Mittelalter und in der beginnenden Neuzeit eine außerordentlich große Rolle gespielt hat. Es ist dies noch nicht genug bekannt geworden und es wäre zu begrüßen, wenn von einer maßgebenden Stelle die historischen Nachweise von allen Eisenbezirken gesammelt und in Vergleich gesetzt werden könnten. Aus dem Gebiet der Oberpfalz sind noch sehr zahlreiche Dokumente erhalten, welche nachweisen, daß an den Flußläufen der Naab, des Regens und ihrer Nebenflüsse, besonders gehäuft in der Umgebung von Amberg und Sulzbach mehrere Hunderte von Betrieben tätig waren, die viele Tausende von Arbeitskräften beschäftigten. Sie haben den Waldbestand der Oberpfalz als Brennstoff benutzt;

es soll auch daher die einseitige Bevorzugung der Kiefer herrühren. Sie haben aus den überall gefundenen kleineren und größeren Erzvorkommen das Eisen erschmolzen und in Hammerwerken zu Gebrauchsgegenständen verarbeitet, die über Nürnberg, Regensburg und Ulm in die Ferne gingen.

Die Verzinnung von Blechen soll eine Oberpfälzer Erfindung sein, die von der Oberpfalz auf das Erzgebirge übertragen, von dort nach England gebracht wurde und im 19. Jahrhundert von England wieder nach Deutschland zurückkam. Viele oder vielleicht auch alle Unternehmer, die Hammermeister hießen, waren zu Verbänden vereinigt, welche die Preise und die Beschäftigung kontrollierten. Es hat damals ähnliche wirtschaftliche Kämpfe gegeben, wie sie auch in neuerer Zeit vorkommen.

Für den Reichtum der damaligen Zeit sprechen die alten spätgotischen Rathäuser und Kirchen der Orte Amberg und Sulzbach, wobei zu erwähnen ist, daß die große in der Mitte der Stadt Amberg stehende Kirche nicht als Pfarrkirche, sondern als Privatkirche der Hammermeister errichtet wurde. Vom Erzbergbau in Amberg wird, seit wir überhaupt Urkunden besitzen, berichtet. Für das Jahr 1595 wird eine Förderung von 121 000 t Erz mit einer Belegschaft von über 1000 Mann in den Urkunden erwähnt. Es ist das eine für die damalige Zeit erstaunlich hohe Zahl. Das Erzvorkommen von Amberg ist ein Teil des Kreide-Erzes, das auch heute abgebaut wird und den Grundstock für die Versorgung der Werke Luitpoldhütte und Maxhütte bildet. Dieses Vorkommen liegt an der Grenze zwischen Fränkischem Jura und der östlichen älteren Landschaft. Man erklärt sich die Bildung damit, daß sich die östliche Scholle um einen erheblichen Betrag gehoben hat. Dieses östliche Gebiet war eisenhaltig, die daraus auslaufenden Wässer, die sauren Charakter haben, haben beim Auftreffen auf die Kalke und Dolomite der westlichen Scholle das Eisen abgesetzt, in den Vertiefungen, die teilweise mit Wasser gefüllt waren. Dieses Vorkommen, an eine Verwerfung gebunden, die von Südosten nach Nordwesten verläuft, ist im Abbau bei Amberg, früher auch südlich Amberg, und zieht sich mit einem Sprung an der Ortschaft Rosenberg über Sulzbach hinaus. Ähnliche Vorkommen liegen südlich und nördlich von Auerbach, gebunden an zwei parallel zu den vorigen streichende Verwerfungen.

Neben den Kreide-Erzen gibt es noch Doggererze im gesamten Juragebiet. Man hat an die Größe dieser Vorkommen etwas unberechtigte Hoffnungen geknüpft. Man hat errechnet, daß erstaunliche Mengen Eisen darin enthalten sind, aber hat dabei doch übersehen, daß dieses Eisen nur in einer niedrigen Konzentration enthalten ist, so daß der größte Teil des eisenhaltigen Gesteins nicht als Erz anzusprechen ist. Es ist das Eisen vergesellschaftet mit einer erheblichen Menge von Kieselsäure, und erst wenn es gelingt, die Hauptmenge der Kieselsäure abzuscheiden, ist das Erz verwendbar. Für Doggererz besteht zur Zeit ein einziger Betrieb in Pegnitz. Der Betrieb in Pegnitz ist, nachdem er seit Kriegsschluß stillgelegt hat, seit einem Jahr wieder in Förderung.

Aus dem Programm der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft ist zu entnehmen, daß Sie bei der Gelegenheit der Besichtigungen auch zum Eisenerzbergbau kommen werden. Ich hoffe, Sie bei dieser Gelegenheit wieder begrüßen zu dürfen und Ihnen dann nähere Einzelheiten über die Eisenerzgewinnung vortragen zu können.

P. ERTL (München): Beziehungen zwischen mineralogischen Erkenntnissen und praktischem Bergbau

Der Vortrag wollte die Zeitgemäßheit einer persönlichen Fühlungnahme zwischen Vertretern der mineralogischen Wissenschaft und des praktischen Bergbaues im Hinblick auf die fortschreitende Entwicklung der Forschung aufzeigen.

Der Vortragende ging davon aus, daß wissenschaftlich geprägte Mineralnamen, deren Zahl heute schon ins Unendliche zu gehen droht, dem Forscher rein sachliche Eigenschaften umfassende Begriffsinhalte bewußt machen, während gleichzeitig die Begriffsinhalte des wirtschaftlich denkenden praktischen Bergmannes für die selben Substanzen wesentlich andere sind. Für ihn gruppieren sich die Mineralien nach den aus den ermittelten Eigenschaften sich ergebenden Verwertungsmöglichkeiten.

Verwertungsmöglichkeiten sind nicht nur durch Qualitäts- und Quantitätsgrenzen beschränkt, sondern setzen auch die tatsächliche Verfügungsmöglichkeit über die materielle Sache selbst voraus, also von Fall zu Fall schwankende Rechtsbeziehungen zum Verwerter.

Das Rechtsbewußtsein und die Rechtsregelung aller Länder unterscheiden bestimmte Bestandteile der Erdkruste, welche zum Eigentum an der Erdoberfläche, zum Grundeigentum gehören und für den Grundeigentümer frei verfügbar sind. Daneben stehen die sogen. „bergrechtlichen Mineralien“; das sind jene Bestandteile der Erdkruste, die eine allgemeinere wirtschaftliche Bedeutung haben und deshalb gesetzlich dem Verfügungsrechte des einzelnen Grundeigentümers entzogen werden. Eine Verfügung hierüber wird jeweils durch öffentliche Rechtsakte unter besonderen, der Allgemeinheit dienenden Gesichtspunkten ermöglicht. In einzelnen Fällen wird an solchen Bodenbestandteilen ein nach Grenzen und Inhalt vom Grundeigentum gänzlich unabhängiges „Bergwerkseigentum“ begründet, in anderen Fällen wird das Recht des Staates, sich selbst diese vorbehaltenen Mineralien anzueignen, durch zweckentsprechende Rechtskonstruktionen auf einzelne Personen oder Gemeinschaften unter Sicherung der öffentlichen Interessen übertragen.

In einigen Mineralien sind Elemente verschiedener Zugehörigkeit, ebenso in den natürlichen Minerallagerstätten häufig Mineralien des Grundeigentümers mit bergrechtlichen Mineralien auf das engste miteinander vergesellschaftet. Nicht selten haben verschiedene Personen das Verfügungsrecht über diese einzelnen, nur rechtlich zu trennenden Bestandteile einer gewinnungstechnisch einheitlichen materiellen Substanz, die nur als ein Ganzes in ein und demselben Betriebsvorgange aus der Ablagerung entnommen werden kann. Außerdem erweitert der Fortschritt der wissenschaftlichen Erkenntnisse an den Mineralien zugleich deren Verwertungsmöglichkeiten und zieht somit den Kreis der solchen schwierigen Rechts- und Verwaltungsfragen unterworfenen Stoffe immer weiter. Der Vortragende zeigte an einem praktischen Beispiele, welch verwickelte Verhältnisse auf diese Weise gelegentlich entstehen können.

So erscheint es als wünschenswert, daß von Fall zu Fall die beteiligten Parteien in gegenseitigem Verständnis selbst Lösungen suchen, ehe durch Rechtsbestimmungen Zwangsregelungen geschaffen werden müssen. Es darf deshalb als durchaus zweckmäßig angesehen werden, wenn Vertreter der reinen Wissenschaft, welche ja vielfach als Ratgeber heranzuziehen sind, und Vertreter des praktischen Bergbaus, denen die gedachten Schwierigkeiten am ehesten entgegentreten, eine unmittelbare Berührung miteinander suchen und pflegen, um frühzeitig den ganzen Bereich überschauen zu können, in welchen der Fortschritt der wissenschaftlichen Erkenntnis hineinwirkt.

HUGO STRUNZ (Berlin und Regensburg): **Mineralien und Lagerstätten in Ostbayern**

(Erschienen in den Acta Albertina Ratisbonensia — Regensburger Naturwissenschaften — 20, 1952, 81—203, sowie als selbständige Monographie. Verlag Gustav Bosse, Regensburg.)

O. SCHNEIDER (Regensburg): **Exkursionseinführung**

W. K. FINN (Rheinhausen): **Die Aufbereitung der deutschen Flußspatvorkommen unter Berücksichtigung der mineralogischen Bedingungen und ein Vergleich zu den nordamerikanischen Vorkommen**

Wenn auch Flußspat als „Durchläufermineral“ auf den unterschiedlichsten Mineralbildungsstellen anzutreffen ist, so sind von wirtschaftlicher Bedeutung vorwiegend nur die Flußspatvorkommen hydrothermalen Entstehung als Gangausfüllungen.

Flußspat, der heute zu den strategisch wichtigen Mineral-Rohstoffen gehört wegen seines Bedarfs für die Stahl- und Leichtmetallindustrie, für die Herstellung von Flußsäure als chemischer Katalysator und für andere wichtige Zweige der Technik, wird in ständig wachsenden Mengen von möglichst hohem Reinheitsgrad benötigt:

Besonders als „Säurespat“ mit 97–98% CaF_2 , 1% SiO_2 und 1,5% CaCO_3
als Keramischer Spat „ 95% CaF_2 , 1–3% „ „ 1% „

und als Hütten-Spat „ 83–85% CaF_2 , 5–8% „ und unter 0,12% Fe_2O_3
„ „ und unter 0,3% S.

Die Flußspatproduktion Deutschlands, die vor dem Kriege $\frac{1}{3}$ der Welterzeugung lieferte, stammt aus Gängen unserer Mittelgebirge: Im Südharz, in Thüringen, dem Vogtland, der Oberpfalz und dem Schwarzwald. Besonders die in Fortsetzung des „Pfahls“ des Bayerischen Waldes befindlichen, im Granit aufsitzenden Gänge der Oberpfalz verfügen über erhebliche Vorräte.

Die praktisch angewendeten Aufbereitungsverfahren für Flußspaterze sind:

Älterer Art:

- a) Leseverfahren unter Ausnutzung der Farbeigenschaften.
- b) Naßmechanische Setz- und Herdarbeit unter Ausnutzung der Wichte.

Jüngerer Art:

- c) Schwimmaufbereitung (Flotation) unter Ausnutzung des künstlich beeinflussbaren Haftvermögens der Erze an Luftblasen durch Zugabe hydrophobierender Reagenzien.

In neuester Zeit:

- d) Zusätzlich Sinkscheideverfahren mit „Schwerer Trübe“ unter Ausnutzung von Wichteunterschieden.
- e) Das elektrostatische Verfahren ist vorläufig über Laborversuche nicht hinausgekommen.

Durch die verbesserten Verfahren hat sich die Grenze für den Mindestgehalt der Flußspatroherze von 70 auf 50 und neuerdings in Amerika auf 30–40% CaF_2 verschoben. Die Methoden der Aufbereitung sind weitgehend von den mineralogischen Bedingungen, der Mineralvergesellschaftung und dem Verwachsungsgrade abhängig.

Aus den spez. Gewichten der hauptsächlich auf Flußspatlagerstätten vorkommenden Mineralien: Quarz 2,65, Silikate 2,6–2,8, Calcit 2,7, Flußspat 3,1, Baryt 5–5,2, Zinkblende 3,9–4,2, Bleiglanz 7,2–7,6, Kupferkies 4,1–4,3, Eisenoxyde 4,3–5,3 geht hervor, daß Wichteunterschiede des Flußspates zu den wichtigsten Begleitern unter 3 nur gering, dagegen bei den Schwermetallmineralien wesentlich größer sind. Die naßmechanische Abtrennung der ersteren erfordert möglichst enge Unterteilung in Klassen bestimmten Kornvolumens; die Trennwirkung bei feinsten Körnungen auf Schnellstoßherden ist nur gering.

Die Sinkscheidung mit „Schwerer Trübe“ zeigt eine bessere Trennschärfe und greift hier erfolgreich ein, wobei komplizierte Kornklassen-Einteilungen fortfallen können. Sinkscheidung ist vorläufig nur erfolgreich bei Korn über 2–4 mm; Zyklone werden die Grenze evtl. noch verschieben.

Setz- und Herdarbeit zur Abtrennung von Baryt aus Flußspaterzen ist leichter durchzuführen als die von Calcit. Es werden mehrsiebige Setzmaschinen teilweise mit künstlichem Setzbett benutzt. Schwierigkeiten treten aber bei der Schlammmverarbeitung auf, zumal Baryt weich ist und ins Feine geht.

Die Flotation hat einen großen Fortschritt für die Aufbereitung Flußspat-haltigen Gutes feinerer Körnung erbracht, sie ist besonders für verwachsene stark verkieselte Flußspaterze wichtig geworden. Die erforderliche Kornfeinheit liegt etwa unter 0,2 bis 0,3 mm. Anreicherungen sind möglich auf 98–99% CaF_2 mit unter 1% SiO_2 (Säurequalität).

Flotationsreagenzien für quarzhaltige Flußspaterze:

1. Langkettige Fettsäuren, vor allem Ölsäure (0,8–2 kg/t Erz) zum Hydrophobieren des Flußspates, Quarz bleibt passiv.
2. Pineöl, Kresol oder höhere Alkohole 0,05–0,2 kg/t als schäumende Hilfssubstanzen.
3. Wasserglas und Soda 0,5–1,5 kg/t zum Alkalisieren und zur pH-Regulierung.

Für die flotative Abtrennung von Flußspat aus Calcit-haltigem Erz ist schonende Mahlung des Calcits erforderlich oder Passivieren des Calcits durch Zugabe tanninhaltiger Extrakte (Einwirkung in der Wärme bei 38° C).

Als andere Passivierungsmittel sind Chromverbindungen vorgeschlagen worden.

Die flotative Trennung Flußspat-Baryt hat bisher noch Schwierigkeiten gemacht. Verschiedene Verfahren sind jetzt aber ausgearbeitet, so daß Hoffnung besteht, daß diese Trennung praktisch auch in Kürze gelöst wird. (Zugabe organischer hydrophiler Kolloide oder Metallsalze als Beeinflussungsmittel.)

Die Flotation von gefärbtem (violetter) Flußspat verläuft unterschiedlich zum hellen Flußspat (Beobachtung in Wölsendorf).

Die Abtrennung der sulfidischen Begleiter PbS, ZnS, CuFeS₂ aus Flußspathaufwerk ist mit Hilfe der normalen Sulfid-Flotations-Reagenzien verhältnismäßig einfach möglich; eine Abtrennung der Sulfide ist vor der Ölsäure-Flotation erforderlich, da sonst die Flußspatkonzentrate verunreinigt werden.

In Deutschland bestanden bis vor 20 Jahren nur naßmechanische und Leseaufbereitungen. Seitdem sind 7 Flotationseinrichtungen für Flußspaterze dazugekommen: In Sulzbach, Steinbach, Rottleberode, Wölsendorf, Siptenfelde, Nabburg und Finstergrund, zeitweilig wurde Flußspat auch in Halsbrücke aus Bleierzabgängen flotiert.

Drei typische Beispiele für deutsche Flußspat-Aufbereitungsanlagen:

Rottleberode, Flußschacht 2,5—3 t/h Durchsatzleistung. Charakteristischer Aufbau einer Flotationsanlage: Vorklaubung, Feinmahlung des Restgutes in Kugelmühle mit Klassiererkreislauf, Flotation, Filterung, Trocknung und Aufnahmung der Konzentrate.

Aufgabe: 75—80 % CaF₂, 14—15 % SiO₂.

Konzentrat: 98—98,7 % CaF₂, 0,5—0,8 SiO₂.

Ausbringen: 95 % CaF₂.

Siptenfelde, Herzogschacht, Leistung 3—3,5 t/h. Reine Flotations-Aufbereitung, Haufwerk Calcit-haltig. Schonende Mahlung unter 0,3 mm. Gute Kontrolle der pH-Werte zum Passivieren des Calcits. Die Sulfide werden vorher in 3 Zellen herausgeschwommen.

Nabburg, Stulln, Leistung 7,5 t/h. Teilweise stark barythaltiges Haufwerk. Typische Kombination von naßmechanischer Aufbereitung und Flotation. Bisher Setzmaschinen für die Entfernung des Baryts benutzt, bei enger Vorklassierung. Neuerdings flotative Trennung Flußspat-Baryt in Arbeit.

Vergleichsbeispiel einer neueren amerikanischen Flußspat-Aufbereitungsanlage:

ALCOA-Anlage im Rosiclare-Bezirk am Ohiofluß. Leistung 450 t Roherz/Tag. Hauptbegleiter des Flußspates ist Calcit. Früher Setzmethoden, jetzt Sinkscheidung des Haufwerks über 2—4 mm angewendet. Es erfolgt Abstoßen des leichten Calcits als Sinkscheide/Schwimmgut. Der angereicherte Rest wird feingemahlen und flotiert. Vorbehandlung mit Rohtannin 0,5 Pfd. 50 %ig/t Erz und 2—2,3 Pfd. Soda und 0,5 Pfd. Ölsäure/t. Einwirkung des Tannins in warmer Trübe bei 38° C.

Für die Sinkscheidung sind mehrere Apparatetypen (Trichter und Trommeln) in Gebrauch. Als Medium zur Beschwerung dient unter 0,1 mm feingemahlenes, magnetisches FeSi von 12—15 % Si-Gehalt. Der Verlust an FeSi bei dem Prozeß beträgt 0,4 bis 0,8 kg/t Erz. Die Trennung findet bei einer Wichte der Trübe von 2,9—2,95 statt. Die Regenerierung des FeSi erfolgt auf magnetischem Wege. Mit FeSi-Trübe sind Wichtestufen bis 3,25 möglich, darüber hinaus hindert zu große Zähflüssigkeit den Scheidevorgang.

Sinngemäße Anwendung des Sinkscheideverfahrens auf bestimmte deutsche Flußspaterze läßt auch hier Produktionssteigerung erwarten.

Die ausführliche Wiedergabe des Vortrages mit Stammbäumen der aufgeführten Aufbereitungsanlagen erscheint an anderer Stelle.

Diskussionsbemerkungen

KÜHLWEIN: Solange Selektivflotation bei Baryt problematisch ist, verdient die elektrostatische Aufbereitung mehr Aufmerksamkeit. Der Nachteil zu enger Klassierung wäre dadurch auszugleichen, daß man sogleich die dem Verwachsungsgrad entsprechende Aufschlußfeinheit wählt und das elektrostatische Trennungungsverfahren der Körnung anpaßt. Neben dem Sprüheffekt kommt evtl. auch reine Kontaktelektrizitätswirkung in Betracht (Trennung Unterschiede n.d. Dielektrizitätskonstante statt n. d. Oberflächenleitfähigkeit). Apparaturen: Rieselapparate und Reibwalzenscheider. Nach dieser Richtung sollte eine Lösung gesucht werden.

W. WIMMENAUER (Freiburg/Br.): **Über Uranerze im mittleren Schwarzwald**

Der Vortrag ist eine Zusammenfassung der im Mitteilungsblatt der Badischen Geolog. Landesanstalt für 1951, S. 75—83 veröffentlichten Arbeit „Mikroskopische Untersuchungen an Uranerzen aus dem mittleren Schwarzwald“.

Diskussionsbemerkungen

RAMDOHR: Das von Herrn WIMMENAUER beobachtete, meist im Innern etwas unfrisch aussehender Uran„kugeln“ auftretende, stark radioaktive Mineral ist in der Literatur mehrfach (z. B. von KIDD & HAYCOCK) erwähnt und auch von mir oft beobachtet. Unter den Ni-Co-Erzen fand ich im Wittichenerz auch Pararammelsbergit (NiAs_2).

Die Feststellung der Altersfolge ist überall dort, wo wie bei Uranpecherz Metakolloide in der Paragenese eine Rolle spielen, nicht sehr wesentlich, da praktisch völlige Gleichalterigkeit vorliegen kann, wie z. B. im sogenannten „gestrickten Bleiglanz“.

H. NIELSEN (Hamburg): **Radioaktivitätsmessungen im Gelände und unter Tage als Hilfsmittel geochemischer und lagerstättenkundlicher Forschung**

Der Verf. hat im Rahmen einer größeren geochemischen Fragestellung gemeinsam mit H. ROSE das Vorkommen von Uran (und Thorium) im Kontaktgebiet der Lagerstätte von St. Andreasberg untersucht. Wenn auch die gesamte Paragenese für das Auftreten des Urans spricht, so war doch von vornherein mit so geringen Konzentrationen zu rechnen, daß die Untersuchungen mit den empfindlichsten Methoden zum Nachweis radioaktiver Wirkungen ausgeführt werden mußten.

Im Gegensatz zur Ionisationskammer gibt es nun kaum Literatur über Erfahrungen mit den modernen Geräten zur Zählung von Einzelzerfällen unter den harten Gelände- und Unter-Tage-Bedingungen; nachdem die St. Andreasberger Ergebnisse an anderer Stelle bereits auszugsweise veröffentlicht sind (1) und ein umfassender Bericht in Kürze erscheint, beschränkt sich dieses Referat auf die methodischen Grundlagen.

Von 1 g Radium (enthalten in ca. 3 t Uran) zerfallen in der Sekunde $3,7 \cdot 10^{10}$ Atome (2). Hieraus läßt sich leicht die Zerfallsfolge für jeden natürlich radioaktiven Stoff abschätzen. Ferner sind die verschiedenen Spektren, ihre Absorptionswerte, die Ansprechbarkeit der Empfänger für die verschiedenen Strahlenarten und ihre Nulleffekte bekannt; es können also für jedes vorkommende Meßproblem im Vorwege geeignetste Empfängertypen, günstigste Meßbedingungen und erreichbare Meßgenauigkeit abgeschätzt werden. Für Messungen im Gelände werden diese Möglichkeiten eingeschränkt durch

1. die Notwendigkeit, mit transportablen, robusten und von Stromversorgung usw. unabhängigen Geräten zu arbeiten,
2. die Unmöglichkeit, allzu große Sorgfalt auf die Herstellung von Meßpräparaten zu verwenden und
3. die Beeinflussung des Meßergebnisses durch unerwünschte, aber nicht abschirmbare Strahlung (z. B. in Bergwerksstollen durch die Luftaktivität).

Praktisch ist man bei der Auswahl der Strahlungsart bei Ionisationskammermessung auf Alpha-Strahlung angewiesen, während quantitative Messung an festen und flüssigen Proben am besten mit Beta-Strahlung ausgeführt wird. Gamma-Strahlung ist durch das Auslöse-Prinzip der Impulse nicht quantitativ ausschaltbar, doch kann (z. B. beim Zählrohr) die Ansprechbarkeit des Empfängers leicht so niedrig gehalten werden, daß ihr Einfluß vernachlässigbar wird. Messung mit Gamma-Strahlung ist deshalb unzumutbar, weil durch das große Durchdringungsvermögen der harten Quanten die Strahlungsquelle nie genau lokalisiert werden kann. Außerdem ist auch in vielen Fällen eine möglichst hohe Empfindlichkeit des Empfängers erwünscht, was sich wohl mit Beta-Strahlung (Ansprechwahrscheinlichkeit gleich oder nahezu Eins), niemals aber mit Gamma-Strahlung erreichen läßt (Ansprechwahrscheinlichkeit z. B. beim Zählrohr 10^{-2} bis 10^{-3} (3)).

Sind die Absolutmengen oder Konzentrationen sehr klein, so muß zur Herabsetzung der Meßfehler (siehe unten) die Strahlung möglichst gut genutzt werden. Hierzu ist erforderlich:

1. geringer Abstand Präparat-Empfänger (aber auch nicht so klein, daß er bei Vergleichsmessungen nicht reproduzierbar ist) und
2. große Oberfläche des Empfängers. Die viel gebrauchten „Fenster“-Zählrohre sind dann z. B. vollkommen unbrauchbar, da sie nur einen winzigen Bruchteil der Strahlung zur Wirkung kommen lassen. Zählrohre mit großem, aber dünnwandigem Mantel sind natürlich sehr druckempfindlich, lassen sich aber bei einiger Vorsicht gut im Gelände gebrauchen.

Bei Absolutmessungen wird die gesamte Substanzmenge als ca. 0,1—0,2 mm dicke Schicht in Präparationslack (nach VOIGT (4)) so eingebettet, daß diese als Folie in gleichmäßigem (reproduzierbarem!) Abstand um die empfindliche Fläche des Empfängers herumgelegt werden kann. Der Lack erleichtert die Handhabung, schützt vor Substanzverlusten und Verseuchung des Empfängers und fängt die nachgebildete Emanation auf, so daß der normale Gleichgewichtszustand des Präparates sich schnell wieder einstellt.

Zur Konzentrationsbestimmung dient dagegen ein dickes Massenpräparat, dessen Gesamtdicke ausreicht, um Sättigung der Strahlungsdichte im Innern zu erzeugen. Ideal ist in diesem Sinne jedes Bohrloch in einheitlichem Gestein, brauchbar ist aber auch ein Präparat, dessen Wandstärke einer Massenbelegung von ca. 50 g/cm² entspricht. Ein derartiges Präparat schirmt nicht nur die aus seinen Außenpartien kommende Strahlung fast vollständig ab, so daß das Ergebnis unabhängig von der wirklichen Größe ist, sondern es erlaubt auch die Ausführung quantitativer Messungen in stark radioaktiv verseuchter Umgebung, also an Ort und Stelle im Stollen.

Sämtliche Messungen werden auf Standardpräparate bezogen, die in der gleichen Weise aus Uranpechblende und aktivitätsfreiem Material in geeigneter Mischung hergestellt sind.

Die Messung der Aktivität von Stollenluft (Emanationskonzentration) kann nur bei Aktivitätsfreiheit der Stollenwände nach dem gleichen Prinzip ausgeführt werden. Da aber der Stollen-Inhalt nicht als „Sättigungspräparat“ gilt, ist das Meßergebnis nur bei vergleichbaren Luftvolumina reproduzierbar; die Absolut-Messung erfolgt grundsätzlich mit der Ionisationskammer.

Zerfallsprozeß und Zählung gehorchen statistischen Gesetzen. Der Wahrscheinlichkeitsgehalt einer Zählaußage ist durch den mittleren Fehler bestimmt, und dieser wieder in einfacher Weise ($=\sqrt{n}$) mit der Zahl der gezählten „Ereignisse“ verknüpft. Bei hohen Impulsdichten ist also das Ergebnis bei Zählung über 10 000 Impulse z. B. mit einem Fehler von $\pm 1\%$ behaftet; bei geringen Impulsfolgen (10—1000/min) muß der Nulleffekt bei der Aussage berücksichtigt werden. Für die Meßpraxis wurden Kurventafeln gerechnet, die sofort die Zusammenhänge zwischen Impulsdichte und mittlerem Fehler abzuschätzen gestatten. Bei geringen Impulsdichten bedeutet jede Erhöhung der Meßgenauigkeit eine wesentliche Steigerung des Zeitbedarfs; so ließe sich eine Uran-Menge von 10^{-4} g bei einem (bekannten) Nulleffekt des Gerätes von 30/min in 3 Stunden auf 3%, aber erst bei einer Meßdauer von 24 Stunden auf 1% genau bestimmen.

Diese a. a. O. ausführlich behandelten Fehlerabschätzungen erziehen zur Vorsicht bei der Beurteilung von Integrations- oder Summationsanzeigen. Viele Aktivitätsmeßgeräte sind nur mit einer Zeigerskala ausgerüstet, deren Teilung oft nicht einmal eine Beziehung zum Meßproblem aufweist (z. B. in Röntgen/Zeiteinheit). Integrationsschaltungen summieren immer über feste (oder einstellbare) Zeiteinheiten; diese sind aber stets so kurz, daß nur bei sehr großen Aktivitäten der Anzeige überhaupt ein Sinn zukommt. Ähnlich (und vollkommen übertragbar) liegen die Verhältnisse bei der Anzeige von Impulsdichten am Röntgenspektrometer; auch hier sollte jeder Beurteilung der Schreibkurven eine Beurteilung der physikalischen Grundlagen vorausgehen.

Erwähnen wir noch die Notwendigkeit der Untersetzung zur Glättung der statistischen Impulsfolge und damit zur wesentlichen Heraufsetzung des Meßbereichs, so ergibt sich eine Reihe von Forderungen, die an ein Präzisionsgerät zur Radioaktivitätsmessung zu stellen sind. Diese sind in dem vom Verf. entwickelten Gerät vereinigt; wenn dabei auf das bewährte Zählrohrprinzip zurückgegriffen wurde, sollte das zunächst zur Abkürzung der Entwicklungsarbeit beitragen¹⁾; nach Ansicht des Verf. wird aber in absehbarer Zeit keines der modernen Verfahren (Scintillations- oder Leuchtmassen-Zähler bzw. Kristallzähler) das Zählrohr vollständig verdrängen, da die untere Grenze der Empfindlichkeit, die Zählung des einzelnen zerfallenden Atoms mit der Wahrscheinlichkeit Eins, nahezu von allen dreien erreicht wird und für die obere Meßgrenze die Entwicklung noch durchaus im Fluß ist.

Literatur

1. ROSE, Technische Mitteilungen, **45**, 3, 1952.
2. Int. Kommission für radioaktive Standards, Phys. Zs., **32**, 567, 1931, Rev. mod. Phys., **3**, 427, 1931 u. a.
3. SAUREE, Helv. Phys. Acta, **23**, 381, 1950.
4. VOIGT, Mitt. aus dem Geol. Staatsinst. Hamburg, **19**, 111, 1949.

¹⁾ Das Gerät wurde in Zusammenarbeit mit der TOTAL-K.G./Ladenburg gebaut, die ebenfalls für Unter-Tage-Messungen ein schlagwettersicheres Zählrohrgerät entwickelt hat.

R. EIGENFELD (Würzburg): **Zur petrotektonischen Analyse der Münchberger Gneismasse.** (Mit Tafel 3—4 sowie 1 Karte und 1 Tabelle im Text.)

Die Klärung der petrotektonischen Stellung der Münchberger Gneismasse stellt nach wie vor ein schwieriges Problem im variskischen Gebirgsbau dar. E. SUESS benannte im Jahre 1880 den Faltengürtel altpaläozoischer Gebirge, der vom französischen Zentralmassiv über die Vogesen und Schwarzwald zum Erzgebirge und bis in die Sudeten zieht, nach den Variskern, die das Vögtland (Teile von Sachsen, Thüringen und Nordbayern umfassend) bewohnten. Er gab den Namen besonders in Hinsicht auf das westlich von der Stadt Hof (der curia variscorum) zu Tage tretende alte Kristallin der Münchberger Masse.

Die Stellung der Münchberger Masse im Bauplan des variskischen Gebirges ist verschieden gedeutet worden. Als eine räumlich geschlossene Scholle, aufgebaut aus Gneisen und basischen Metamorphiten, liegt sie völlig fremd auf geringer oder nur schwach metamorphen altpaläozoischen Gesteinsschichten. Aus dieser schüsselförmigen Lage, bei der die altpaläozoischen Schichten allseitig unter die Münchberger Masse einfallen, schloss F. E. SUESS auf eine deckenartige Natur, ähnlich dem Deckenbau der Alpen. Dieser Meinung schlossen sich F. KOSSMAT, K. H. SCHEUMANN und A. WURM an, während H. CLOOS und E. SCHOLTZ annahmen, daß diese Lage durch eine pilzförmige Aufpressung aus der Tiefe erfolgt sei.

Für die Erfassung des Gesamtproblems der Münchberger Masse ergeben sich bei der petrotektonischen Analyse drei Beziehungen, die nicht voneinander getrennt werden können:

- I. die räumliche Verknüpfung mit ihrer Umgebung,
- II. die geologisch-zeitliche Beziehung betreffs des Inerscheintretens der Münchberger Masse,
- III. die substanzielle Erfassung und mineralfazielle Einordnung ihrer Gesteine.

I. Die räumliche Einordnung der Münchberger Scholle am NW-Rande der Böhmisches Masse kommt auf dem Plan, den F. KOSSMAT seiner Arbeit über den Bauplan des variskischen Gebirges beigelegt hat, gut zum Ausdruck. Dem Kernstück der Böhmisches Masse, bestehend aus einem Kristallin von Gneisen und Graniten, sowie aus unverändertem Algonkium, der sog. moldanubischen Zone des Varistikums, ist die saxothuringische Zone KOSSMAT's vorgelagert. Diese umfaßt u. a. den Fichtelgebirgsgranit mit der vorgelagerten Münchberger Gneismasse sowie das umgebende Altpaläozoicum samt Kulm. Im Osten schließt diese Zone die Granite von Bergen, Kirchberg und Eibenstock und das Kristallin des Erzgebirges ein.

Die Grenze zwischen der saxothuringischen und der moldanubischen Zone läßt F. KOSSMAT bei Erbdorf verlaufen, aber neuere Kartierungen zeigten, daß altpaläozoische Serien des Saxothuringikums, jedoch metamorph überprägt, noch weiter südlich vorkommen. Wichtig für Vergleichszwecke ist das Kristallin nebst Algonkium bei Marienbad, wo bei Plan — Kuttenplan ein Gesteinskomplex auftritt, der mit seinen Gneisen und basischen Metamorphiten völlig dem der M. M.¹⁾ entspricht.

II. Die geologisch-zeitliche Beziehung des Inerscheinungtretens der Münchberger Masse ergibt sich aus zwei Folgerungen:

A. Die erste ergibt sich aus Konglomeratuntersuchungen. 1938 zeigte ich, daß in Kulmkonglomeraten nordwestlich der Münchberger Masse in der Nähe des Frankenwaldabbruches bei Zeyern nordöstlich Kronach Gneisgerölle enthalten sind. Auch in Kulmkonglomeraten von Taltitz bei Ölsnitz im Vogtlande wurden äußerst seltene Gneisgerölchen festgestellt. Damals war wegen unzureichender Kenntnisse eine mögliche petrogenetische Ableitung von der Münchberger Gneismasse noch nicht durchführbar.

Ich habe nunmehr das Auftreten von Gneismaterial in konglomeratischen Kulm-grauwacken von Zeyern an verfolgt und ein größeres Verbreitungsgebiet in Richtung Nordhalben und Wallenfels festgestellt.

Folgende Gneiskomponenten wurden vorläufig erkannt, die ohne weiteres mit Material aus der M. M. parallelisiert werden können:

- a) helle, klein- bis mittelkörnige Muscovit-Biotitgneise (Abb. 1 u. 2),
- b) dunkle, dichte, seidig glänzende Paragneise,
- c) feinkörnige plattige Quarzitgneise (Muscovitquarzite).

Nur 3 km vom NW-Rand der M. M. entfernt fand 1951 G. von HORSTIG bei Kartierungen auf Bl. Stadtsteinach ebenfalls in Kulmgrauwacken Komponenten vom Typus c), jedoch nur bis 1 cm Größe.

Wichtig ist ferner der Fund von gefaltetem algonkischen Schiefer mit feingefalteten Arkoselagen bei Ködelberg (Abb. 3) als Zeugnis präkulmischer Faltung.

Diese Gesteinskomponenten lassen folgende Schlußfolgerungen zu:

1. daß bereits während des Kulms, also vor der variskischen Hauptfaltung (der sudetischen Phase, siehe nachfolgende Tabelle) ein Gneiskomplex existiert haben muß.

Die Gneiskomponenten in Kulmkonglomeraten im Vorland der M. M. können von entsprechenden Gneisen der M. M. abgeleitet werden. Diese stand demnach schon während des Kulms zur Abtragung bereit und lag bereits vor der variskischen Hauptfaltung als z. T. metamorph umgeprägte Masse vor. Jedoch war sie noch sehr weit von ihrer heutigen Lage entfernt. Das beweist die Kleinheit der Gneiskomponenten, die durchschnittlich nur 1 cm beträgt²⁾. Auffallend ist ferner das Fehlen von basischem Material, wie es charakteristisch für die M. M. ist. Es scheint hier so zu sein wie bei den Teuschitzer Kulmkonglomeraten (R. EIGENFELD, 1933), wo auch Amphibolite aus der Schwarzburger algonkischen Kernzone noch nicht zur Abtragung bereitlagen.

2. Die vorvariskische Metamorphose wird auf die assyntische Gebirgsbildung STILLE's an der Wende Algonkium/Kambrium, der eokambrischen Diskordanz SCHEUMANN's, zurückgeführt.

¹⁾ Abkürzung für Münchberger Masse.

²⁾ maximal 8 cm.

Nach neueren Untersuchungen bestehen in der Thüringischen Fazies des Frankwaldes und Vogtlandes keine Schichtlücken oder Diskordanzen zwischen Silur und Devon (wie auch nicht zwischen Devon und Kulm), so daß ein Einfluß der kaledonischen Gebirgsbildung ausscheidet. Ferner ist das im Vorland der M. M. in der Bayerischen Fazies (in der einige Schichtlücken zu bestehen scheinen) von A. WURM nachgewiesene Kambrium unmetamorph (wie auch die kambrischen Geröllkomponenten in Unterkarbonkonglomeraten der Bayerischen Fazies). Folglich muß die Metamorphose vorkambriisch sein.

In der folgenden Tabelle sind die geologisch-zeitlichen Beziehungen im Raume der Münchberger Gneismasse nebst den magmatischen Einlagerungen (und charakteristischen sedimentären Schichtgliedern) sowie ihren Abtragungen, die für die Diagnostik wichtig sind, herausgestellt. An sedimentären Gliedern werden besonders die für die Bayerische Fazies A. WURM's im Vorland der M. M. typischen Serien aufgeführt.

Stratigraphie, Orogenese, Magmatismus und Abtragungsverhältnisse im Raume der Münchberger Gneismasse

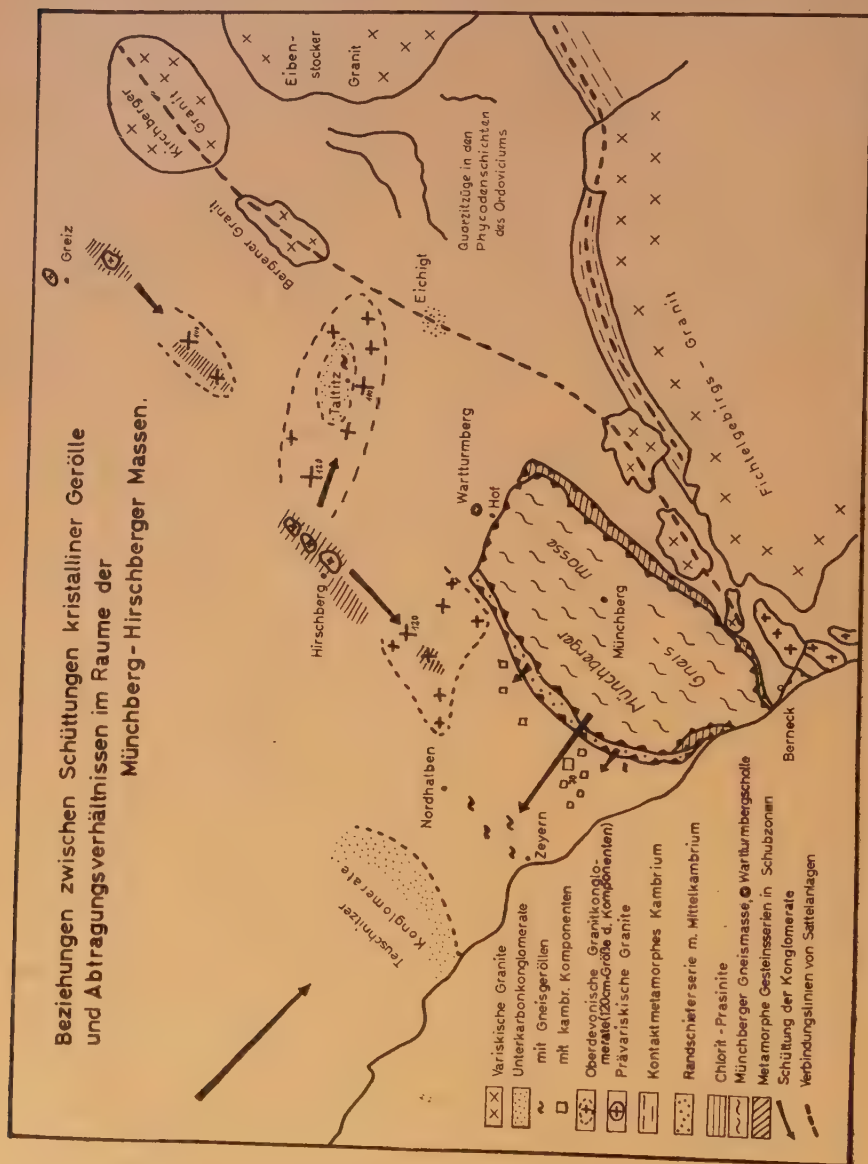
Sudetische Faltung des Varistikums

Unterkarbon (Kulm)		Konglomerate mit Geröllen von gefaltetem Algonkium und von Gneis, entsprechend Material der Münchberger Masse, Konglomerate mit kambrischen Komponenten aus dem Vorlande der Münchberger Masse	
Oberdevon	Oberes	Diabas- und Keratophyrvulkanismus Granitkonglomerate mit prävariskischen Magmatitkomponenten, mit Magnetitquarzit aus dem Arenig und Quarziten aus dem Tremadoc (nicht aus dem Kambrium!)	
	Unteres (Manticoceras-Stufe = Plantzschwitzer Horizont)		
Mittel- und Unterdevon		keine Schichtlücke	
Obersilur (Gotlandium)		Orthocerenkalk	
Untersilur (Ordovicium)	Tremadoc	Döbrasandstein Leimitzschiefer (= Tremadoc)	} in der bayerischen Fazies im Vorland der Münchberger Masse
		Magnetitquarzit aus dem Arenig Quarzite	
Oberkambrium			Prävariskische Magmatite (Effusiva, Granitporphyre, Graphophyrgranite, Granite), Metagranite und Augengneise d. Münchberger Masse
Mittelkambrium	Tessinzone Oelandicus-Zone	Elbersreuther und Pressecker Serie	} Teile der Randschiefer- serie am Nordrand der Münchberger Masse
		Keratophyr, Diabas und Tuffe, Schals- steine, Paläopikrit	
Unterkambrium		? Schichtlücke ?	

Assyntische Faltung (Eokambrische Diskordanz)

Algonkium	Paragneise Marmore und Kalksilikatfelse, Hornblendegneise und -schiefer, Amphibolite, Eklogite	} der Münchberger Gneismasse
-----------	---	------------------------------------

Die Tabelle zeigt, daß erst die jüngsten Konglomerate, nämlich die des Kulms (Unterkarbons) die ältesten Schichten (des Algonkiums) und Gneise mit aufgearbeitet enthalten. Dagegen sind in den älteren Granitkonglomeraten des unteren Oberdevons (der Manticoceras-Stufe = Plantzschwitzer Schichten) noch keine Gneiskomponenten enthalten. Neben dem vorherrschend aufgearbeiteten Granitschutt (Blöcke \rightarrow 1,2 m, vgl. die Karte und R. EIGENFELD 1938) erscheinen als Sedimentkomponenten (Quarzite) nur solche bis zum tiefen Tremadoc des Ordoviciums (Untersilur), keine kambri-schen. Die Granitkomponenten gehören der von K. H. SCHEUMANN 1924 zum ersten



Male aus dem variskischen Magmatismus herausgegliederten prävariskischen Magmatitgruppe an, die an der Wende Oberkambrium/tiefes Untersilur aufdrang und die eine große Verbreitung in der engeren und weiteren Umgebung der M. M. besitzt (die Hirschberg-Gefell—Greizer Serie im Nordosten der M. M., die Goldkronacher Serie A. SCHÜLLER's, 1934, prävariskische Magmatite bei Selb, bei Waldsassen usw. im Süden der M. M.). Auch in der M. M. selbst sind derartige prävariskische Magmatite als Metagranite enthalten (s. später).

B. Als weiteres Argument für die zeitliche Einordnung der Platznahme der M. M. ergibt sich:

Die Münchberger Gneismasse muß noch vor dem Aufdringen der variskischen postunterkarbonischen Granite ihren Raum im Vorlande der Fichtelgebirgsgranite eingenommen haben. Das ergibt sich aus der Anordnung der während der sudetischen Phase aufgedrungenen fichtelgebirgisch-vogtländischen Granite zur Lage der M. M.

Wie aus dem beigegebenen Plane zu ersehen ist, biegen die Verbindungslinien der Achsen der bloßgelegten Granitkörper von Kirchberg und Bergen über den (noch verborgenen, durch Kontaktschiefer angezeigten) Granit von Eichigt sigmoidal in die Richtung der drei kleineren Körper Kornberg → Waldstein → Gefreiser Wald um, die dem großen Fichtelgebirgsmassiv unmittelbar vorgelagert sind. Diese flexurartige Verbiegung ist dadurch bedingt, daß die drei kleineren Granitkörper in ihrer Intrusionstektonik durch die Münchberger Masse beschränkt wurden, die als Widerstandsblock wirkte.

Diesen Widerstand während der variskischen Faltung kann man noch aus einer anderen regionalgeologischen Strukturanlage erkennen. Die kambrischen Schichten, die zwischen dem Kornberg und dem Fichtelgebirgsgranit eingeschaltet sind, verlaufen nach Osten zu ebenfalls flexurartig, aber sie biegen in die entgegengesetzte Richtung um, nämlich nach Ostsüdost, um am Ostende des Fichtelgebirgsgranites wieder in die alte Richtung einzuschwenken.

Insgesamt ergibt sich, daß die im Osten weit auseinanderdivergierenden Strukturanlagen sich zu engen parallelen Strängen südlich der M. M. scharen, bedingt durch Zusammenschub zufolge der fichtelgebirgischen Intrusionstektonik, die sich an der Münchberger Masse staute.

III. Der Vorstau im Fichtelgebirgsraume durch das Einwandern der Granitmagmen während der variskischen Orogenese überträgt sich auf den Widerstandsblock der M. M. selbst und weiterhin auf sein Vorland. Die M. M. zeigt in ihrer Lage über einer Gleitdecke aus chloritprasinitischen Gesteinen und einer Kambrium enthaltenden Randschieferserie keinen einfachen schüsselförmigen Bau. Wie neue Aufnahmen ergaben, bildet er den auf sich gewirkt habenden Stau auch in seinem Kern als tektonische Durchbewegungen mit isoklinalen Verfaltungen und Rückstau ab.

An ihrem Nordrande steigert sich dies zu einer isoklinal überkippten Deckenstirn. Dies wurde bisher an zwei Stellen beobachtet.

Bei Grafengehaig fallen über den Randschiefern liegende Paragneise nach der M. M. zu ein. Über ihnen folgen Augengneise. Das komplexe Gneispaket, das in prachtvollen Felsen aufgeschlossen ist, stellt einen Rest einer liegenden isoklinalen Falte dar, die auf das unmetamorphe Vorland überkippt wurde. Der liegende Faltenbau der Gneisüberschiebung setzt sich auch in die M. M. fort. A. SCHÜLLER stellte 1949 bei Weickenreuth dieselben Paragneise wie bei Grafengehaig fest, die eine Südvergenz zeigen.

Am Nordostsporn der M. M. bei Epplas fand H. VÖGLER 1951 Felsen von Paragneis, die einen prachtvollen Faltenbau aufweisen. Die Falten streichen entsprechend dem nach Norden vorgeschobenen Sporn nach N--S mit geringer Westvergenz des Faltenscharniers. Bei der variskisch bedingten tektonischen Durchbewegung wurde das Paramaterial fein verfaltet. Granatporphyroblasten auseinandergerissen; allenthalben herrscht postkristalline Deformation.

Nach den Kartierungen von H. VÖGLER hat am Nordostrand des Spornes von Epplas eine Blattverschiebung horizontale Verfrachtung beträchtlichen Ausmaßes (von ca. 3 km Schubweite) hervorgerufen, wobei durch die Gneismasse das Vorland zusammengeschieben und überfahren wurde.

Die substantielle Erfassung der Gesteine der M. M. galt in der Hauptsache bisher den Eklogiten. Die anderen basischen Metamorphite (außer den von F. ROST 1949 beschriebenen Metagabbrorelikten bei Wurlitz) und vor allem die Gneise selbst (die nur etwa $\frac{2}{3}$ der M. M. ausmachen) fanden bislang nur geringe Berücksichtigung. Erst durch A. SCHÜLLER wurde das Augenmerk auf diese Bestandmassen gelenkt. So konnte er die bisher als jüngeren Granit gehaltene Einschaltung in Paragneisen bei Weickenreuth als reliktsichen Metagranit deuten, der sogar noch eine Kontaktaureole erkennen läßt.

Für die hellen Bestandmassen der M. M., für die Gneise, ist ein reichlicher Muscovitgehalt typisch (neben zurücktretendem Biotit). Man kann von einer Muscovitfazies sprechen, die der II. Streßstufenzone angehört. Deshalb wird auch kaum Sillimanit beobachtet. Gelegentlich treten in der M. M. Muscovit-Pegmatitgneise auf, die zu den Metagraniten gehören dürften, zu denen die randlichen Augengneise zu rechnen sind. Die chemische Analyse von grobblättrigem Muscovit ergab einen gewissen MgO- und FeO-Gehalt, der die leichte Färbung, eine höhere Lichtbrechung und kräftigere Polarisationsfarben bedingt. Die Bauschanalyse des Gesamtgesteins ergab trotz der reichlichen Glimmerführung noch einen geringen Na₂O-Überschuß, wie er von K. H. SCHEUMANN als charakteristisch für die prävariskischen Glieder herausgestellt wurde.

Aus dem Vergleich von deformiertem grobkörnigem prävariskischem Granit, der zu muscovitführendem Augengneis umgewandelt wurde, eingeschaltet in kambrischen bis tremadocischen Schichten am Fichtelgebirgsnordrand bei Selb, mit textuell und mineralfaziell völlig übereinstimmenden Augengneisen vom Nordrand der M. M. bei Schauenstein, schließt K. H. SCHEUMANN 1952 auf eine gleichaltige prävariskische Zuordnung. Reliktische Metagranite in Augengneisen konnten neuerdings an mehreren Stellen am W-Rande der M. M. nachgewiesen werden.

In der randlichen, durch reichliche Führung grüner Hornblende ausgezeichneten Zone wurden zu schon zwei bekannten Vorkommen von kristallinem Kalk von L. KRAUS ein weiteres und von mir zwei Kalksilikatvorkommen aufgefunden. Dies erleichtert die genetische Deutung der Hornblendegesteine (Hornblendeschiefer und Hornblendegneise, auch Amphibolite). Es sind Paragesteine, die aus kalkig-mergeligem Material hervorgegangen sind.

In den für die M. M. so charakteristischen hell-dunkel gebänderten Metamorphiten aus felsischen Quarz-Feldspat-Muscovit-Granat-Lagen und mafischen Hornblende-Feldspat-Granat-Zoisit-Lagen scheint ein alter sedimentärer-tuffogener Schichtwechsel abgebildet zu sein. Spezielle Untersuchungen darüber sind im Gange.

Auch sind Untersuchungen im Gange im Gebiete der Grenzen zwischen der chloritprasinischen Unterlage und der M. M. an ihrem W- und S-Rande. Diese Untersuchungen in dem Gleithorizont sollen die petrotektonischen Verhältnisse klären. Auch hier liegen Überkipnungen vor, indem man aus dem orographisch höher gelegenen Kristallin der M. M. (einer mesozonalen Streßzone) in die tiefer gelegenen Prasinite (mineralfaziell der Epizone angehörend, aber mit stärkeren Durchbewegungsercheinungen) in die liegende Randschieferserie kommt.

Es ist von Bedeutung, daß in den randlichen Prasiniten noch Diabasrelikte nachweisbar sind, die von L. KRAUS und von mir, unabhängig voneinander, festgestellt wurden und die L. KRAUS sogar auskartieren konnte.

Diese Diabasrelikte, die sich u. U. mit Diabasen aus der Randschieferserie vergleichen lassen, haben folgenden Mineralbestand:

Albit + Chlorit + aktinol. Hornblende + Epidot + Zoisit.

Die Prasinite, die besonders leicht die gleitenden Bewegungen bei der Überföhrung der M. M. aufgenommen haben, sind stark ausgeplättet, härtere Partien gefaltet und gestaucht (Abb. 4). Das weichere, ausgeplättete Gestein scheint aus tuffogenem Material hervorgegangen zu sein.

Im Kosertal bei Wirsberg, wo die Verbandsverhältnisse aus dem Hangenden (= die M. M.) bis in die liegende Randschieferserie durch Felsen sehr gut aufgeschlossen sind, befindet sich ein Grubenbetrieb auf Talkschiefer, die in ausgeschiefert Linien im Prasinit angetroffen werden. Sie scheinen aus olivinreichen Magmatiten hervorgegangen zu sein (aus Paläopikriten, wie sie auch in der Randschieferserie als ultrabasische Einlagerungen festgestellt wurden?).

Es ist z. Z. noch unmöglich, ein geschlossenes Bild über die petrotektonischen Verhältnisse der Münchberger Gneismasse geben zu können. Dazu müssen erst noch die weiteren Ergebnisse der Untersuchungen in Zusammenarbeit mit der Schule A. WURM's abgewartet werden.

Zum Schluß möchte ich der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Unterstützung meiner Arbeiten in der M. M. danken, ganz besonders aber Herrn Prof. Dr. K. H. SCHEUMANN, Bonn sowie Herrn Prof. Dr. A. WURM/Würzburg für die vielfältigen Anregungen.

Literatur

- EIGENFELD, R.: Die Kulmkonglomerate von Teuschnitz im Frankenwalde. — Abh. Sächs. Akad. Wiss., 1933.
 — Die granitführenden Konglomerate des Oberdevons usw. — Abh. Sächs. Akad. Wiss., 1938.
 v. GAERTNER, H. R.: Probleme des Saxothuringikums. — Geol. Jb., 1949.
 KOSSMAT, F.: Gliederung des varistischen Gebirgsbaus. — Abh. Sächs. Geol. Landesanst., 1925.
 SCHEUMANN, K. H.: Prävariskische Glieder der sächsisch-fichtelgebirgischen kristallinen Schiefer I. — Abh. Sächs. Akad. Wiss., 1924.
 — Das Problem der Münchberger Gneismasse und der Kristallinfragmente im fichtelgebirgisch-frankenwäldisch-vogtländischen Raum. — N. Jb. Min., Mh., 1953.
 SCHOLTZ, H.: Das varistische Bewegungsbild. — Fortschr. Geol., 1938.
 SCHÜLLER, A.: Über epizonal verformte Magmatite des westlichen Fichtelgebirges usw. — Abh. Sächs. Akad. Wiss., 1934.
 — Petrogenetische Studien zum Granulitproblem an Gesteinen der Münchberger Masse. — Heidelberger Beiträge, 1949.
 STILLE, H.: Die assynitische Faltung. — Z. d. Geol. Ges., 1948.
 SUFESS, F. E.: Intrusions- und Wandertektonik im variszischen Gebirgsbau. — Berlin 1926.
 ROST, F.: Das Serpentin-Gabbrovorkommen von Wurlitz und seine Mineralien. — Heidelbg. Beitr., 1949.
 WURM, A.: Der Bauplan des variskischen Gebirges in Bayern. — N. Jb. Min., Abt. B, 1928.
 — Zum Problem der Münchberger Gneismasse. — Z. D. Geol. Ges., 1952.

Diskussionsbemerkungen

MATTHES: Nach meinen noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen über die Metabasite im Raume des Münchberger Gneisgebietes kann ich das Auftreten von Diabasrelikten mit ophitischer Struktur innerhalb des südwestlichen Chlorit-Prasinit-Streifens bestätigen (Schorgasttal dicht oberhalb Wirsberg). Relikte der vergesellschafteten, partiell chloritisierten und talkisierten Serpentinite für eine evtl. Ableitung aus Pikriten ließen sich bisher noch nicht auffinden.

Die Metabasitanteile am Rande der Chlorit-Prasinit-Zone vom SE-Saume des Münchberger Gneisgebietes im Raume Wurlitz—Schwarzenbach—Förbau—Röhrenhof zeichnen sich durch viel gröbere Strukturelikte mit Plutonitcharakter aus (Gabbroamphibolite und Saxonitserpentinite). Diesen Metabasiten entsprechen vergleichbare Bestandteile innerhalb des Münchberger Gneisgebiets. Letztere weisen aber in keinem Falle eine so stark durchgreifende diaphthoritische epizonale Überprägung wie die ersteren auf.

Erwiderung von R. EIGENFELD zu der Diskussionsbemerkung von Herrn NEUHAUS:

Die sigmoidal verbogene Verbindungslinie der Granitkörperachsen im fichtelgebirgisch-vogtländischen Raume ist keine zufällige und nicht abhängige von dem jetzigen Erosionsniveau. Die vogtländischen Granitkörper von Kirchberg—Bergen—Eichigt (noch unter Kontaktschiefern verborgen) liegen alle in einem ziemlich gleichhohen

Niveau (von etwa 600 m) als Kerne von Sattelanlagen mit älteren (tremadocischen = unterste Untersilur-) Schichten, die nach NW zu herausgehoben sind. Zwischen diesen Sattelanlagen sind in Mulden jüngere Schichten (des höheren Untersilurs, des Obersilurs und Devons bis zum Kulm) eingebettet, die als sogenannte vogtländische Bögen in die flexurartige Strukturanlage der Granitintrusionen buchtähnlich eingreifen: der Bogen von Ölsnitz i. V. zwischen Bergener und Eichigter Granit und derjenige von Gattendorf (am Nordostende der Münchberger Gneismasse) zwischen dem Eichigter und dem Kornberg-Granit, der dem Fichtelgebirge vorgelagert ist.

SCHEUMANN: Die neueren Aufnahmen bestätigen, daß das Postulat der petrographischen Fremdheit des Münchberger Komplexes nach dessen tatsächlichem Stoffbestande nicht aufrechterhalten werden kann. Es lassen sich unterscheidbare Einzellelemente in der sehr verschiedenartig zusammengesetzten Masse finden, die Äquivalente außerhalb der Bewegungsmasse haben. Solche Äquivalente sind die mylonitischen Granite, die das Ausgangsmaterial für die von R. EIGENFELD bearbeiteten Konglomeratschüttungen lieferten, ferner der Hirschberger Gneis usw.

Die paragenetischen Anteile der Gneismasse sind im allgemeinen kalkreicher als die benachbarten Kristalline varistischer Prägung (weite Verbreitung von Hornblendegneis und Kalksilikaten). Die Eklogite sind nach Stellung, Verband und Übergängen ebenfalls paragenetisch. Der ESKOLA'sche Deutungsversuch, den A. WURM noch für die Münchberger Masse diskutierte, ist hier (wie bei den anderen mitteleuropäischen Eklogiten) nicht anwendbar.

Der Münchberger Komplex liegt im epizonalen Bewegungsniveau. Daher nehmen mylonitische Umprägungen älterer Bildungsphasen größere Verbreitung und eine charakteristische Raumstellung ein. Die Gleitzone der grünen Gesteine (Prasinite, Grünschiefer) ist infolge der gleitenden Durchbewegung dem mineralfaziellen Gleichgewicht nähergekommen als die über diesen Horizont bewegte Kristallinmasse, in der nur die Neubildungen (besonders auch an kleineren Bewegungsflächen) die epizonale Mineralfazies angenommen haben oder ihr zustreben. Die Mineralfazies der Restminerale ist hier im wesentlichen mesozonal geblieben. Sie weist auf eine ältere Metamorphose der Gesteine hin, die in der letzten Bewegungsphase in die Vortiefe einglitten.

Eine ähnliche wie die vom Vortragenden erörterte Blattverschiebung westlich und nordöstlich der Münchberger Bewegungsmasse ist auch die Veranlassung zu der Los-trennung der Schollen von Hirschberg und Gefell von der Münchberger Hauptmasse. Sie sind wurzellos in ihre phyllonitisierte Umgebung eingeschoben. Sie stellen petrographische Übergänge dar zu den Granitklippen des HOHL-EIGENFELD'schen Untersuchungsgebietes.

Die hier erörterten Bewegungsvorgänge erstrecken sich über mehrere geologische Perioden.

E. O. TEUSCHER (München): Der Bau der Fichtelgebirgszone

Es wurde eine handkolorierte geologische Spezialkarte der Oberpfalz vorgeführt, die vom Südrande des Fichtelgebirgs-Granits im Norden, von der Landesgrenze im Osten, von Teilen des Falkenberger Granitmassivs im Süden und von der Fränkischen Linie im Westen begrenzt war. Spezialkartierungen verschiedener Autoren auf 8 Meßtischblättern waren hier verarbeitet und die Lücken vom Referenten selbst auskartiert worden, so daß eine einheitliche geologische Karte des Alten Gebirges in der nördlichen Oberpfalz vorliegt. Einige generelle Ergebnisse zum Aufbau dieser Zone sind jüngst veröffentlicht worden (vgl. E. O. TEUSCHER, Die Kalksilikatfelsen der nördlichen Oberpfalz, *Geologica Bavarica* 14, 1952, 7—15). Hierin wurden auch die benutzten Originalarbeiten zitiert. Der Vortrag diente in der Hauptsache der Einführung für die Nach-exkursion, die diese Gebiete berührte.

HANS HENTSCHEL (Wiesbaden): Zur Frage der Chlorit- und Karbonat-Bildung in spilitischen Gesteinen

In der neueren petrographischen Literatur begegnet man einem verstärkten Interesse für die Spilite, eine Gesteinsgruppe, von der man etwas voreilig schon einmal glaubte, sie aus der petrographischen Nomenklatur streichen zu können.

Das Hauptproblem der Spilite in bezug auf ihre mineralische Zusammensetzung kreist um die Frage, ob eine primär ausgeschiedene Mineral-Assoziation, basischer Plagioklas + Pyroxen (\pm Olivin), in jedem Fall ursprünglich vorhanden gewesen ist, wenn im jetzt vorliegenden Gestein statt dieser ganz oder teilweise die Paragenese, Albit oder Alkalifeldspat + Chlorit, vorliegt.

Was den Feldspat anlangt, so hat die experimentelle Verifizierung der sogenannten Spilitreaktion durch ESKOLA zwar die Möglichkeit eines metasomatischen Ersatzes von basischem Plagioklas durch einen sauren ergeben. Aber es ist offen geblieben, ob und wann in der Natur diese Reaktion tatsächlich stattfindet, und erst recht, ob saurer Plagioklas oder gar Kalifeldspat primäres Spilitmineral dennoch sein kann.

Die Beziehung der mafischen Minerale Pyroxen zu Chlorit weist eine ähnliche Problematik auf.

Gegen die vorherrschende Meinung, im Chlorit ein Sekundärmineral zu sehen, hat sich E. LEHMANN gewandt, der für die von ihm mit dem Namen „Weilburgit“ bezeichneten Gesteine (devonische basische Magmatite der Lahnmulde) ein wasserreiches und niedrig temperiertes Magma annimmt, das bei Platznahme unter pneumatolytisch-hydrothermalen Bedingungen gestanden haben soll und unter primärer Bildung von Alkalifeldspat und Chlorit erstarrt sei. In neueren Arbeiten nähert sich M. VUAGNAT dieser Auffassung.

Chlorit als einziges mafisches Mineral, bei fehlenden Pyroxen- und Olivinresten und -relikten, bei fehlender Idiomorphie des Chlorits gegenüber Feldspat in den Weilburgiten beweiße nach E. LEHMANN die primäre Bildung dieses Minerals. Diese Primärbildung setze wiederum ein wasserreiches, niedrig temperiertes Magma zwingend voraus. Nach dieser Folge von Schlüssen gilt dieses so gekennzeichnete Magma als das gesicherte Fundament der Weilburgit-Theorie, das für alle Erwägungen in den weiteren Arbeiten von E. LEHMANN bestimmend ist.

Aber sowohl die Primärnatur des Chlorits als auch das Postulat vom niedrig temperierten wasserreichen Magma vertragen sich schlecht mit einer Anzahl petrographischer Befunde und Erkenntnisse. Es seien einige Einwände vorgebracht.

Es gibt „Weilburgite“ und diesen ähnliche Gesteine, die Pyroxen- und Olivinreste und auch chloritisierte Relikte mafischer Minerale führen. — Die Idiomorphie des Feldspats gegenüber Chlorit entbehrt jeglicher Beweiskraft zugunsten einer primären Chloritbildung. Sie schließt keineswegs aus, daß dieser Chlorit aus einer Umbildung von Pyroxen hervorgegangen ist, denn hoher, modaler oder normativer Feldspatgehalt in basischen Gesteinen bedingt den Beginn der Ausscheidung von Feldspat vor der des Pyroxens.

In den „Weilburgiten“ ist das Bild des Chlorits — feinfaserige und feinrosettige Aggregate — nicht unterscheidbar von chloritischen Pseudomorphosen, wie sie von unzweifelhaft chloritisierten Gesteinen genügend bekannt sind. Das paßt schlecht zu der allgemeinen petrographischen Erfahrung über den im allgemeinen auffälligen Unterschied zwischen primärer und sekundärer Mineralbildung.

Petrographische und geologische Bearbeiter spilitischer Gesteine, für welche Pillowbildung ein charakteristisches Merkmal ist, sind sich im allgemeinen darüber einig, daß diese Gesteine bei einer rapiden Abkühlung erstarrt sind. Von einem niedrig temperierten Magma pneumatolytisch-hydrothermalen Charakters erwartet man etwas anderes. Diese rapide Abkühlung zeigt sich darin, daß die Kristallisation nur sehr unvollkommen erfolgt ist. Kleinheit des Mineralkorns bei großer Vielzahl der Körner, also hohe Keimzahl, dünne Leistenform, z. T. büschelige variolithische Aggregationen der Feldspäte, glasige Außenkruste der Pillows und gelegentlich glasige Zwickelfüllung zwischen ihnen, das sind alles Phänomene der spilitischen Gesteine. Diese sind uns aber vor allem geläufig von Fladenlaven eines rezenten Vulkanismus, von Laven, deren hohe Temperatur bei der Extrusion wir kennen. Ein größerer Gegensatz zwischen der Erstarrung dieser Laven und Kristallisationen unter pneumatolytisch-hydrother-

malen Bedingungen läßt sich wohl gar nicht denken. Es erscheint mir insbesondere unvertretbar, glasige Erstarrung in Verbindung zu bringen mit einer Schmelze, die unter pneumatolytisch-hydrothermalen Bedingungen steht. Dagegen sind hoch temperierte magmatische Schmelzen mit großem Reichtum an leichtflüchtigen Bestandteilen eine im rezenten Vulkanismus nicht seltene Erscheinung. Es sind die schaumigen Laven, die meist im Anschluß an eine Tufferuption extrudieren und übersättigt sind an leichtflüchtigen Substanzen. Bei diesen Laven sehen wir aber, daß die flüchtigen Komponenten die Abscheidung der primärmagmatischen Minerale kaum beeinflussen können. Es fehlt der Außendruck, der das Absieden der flüchtigen Bestandteile verhindern könnte, und der Durchgang durch das Zustandsgebiet pneumatolytisch-hydrothermal erfolgt so rasch, daß es ohne Einfluß auf die primäre Mineralbildung bleibt und vielfach Glasbildung den Erstarrungsprozeß vorzeitig beendet.

Die „Weilburgite“ zeigen nach ihrer geologischen Erscheinungsweise und in ihrer inneren Struktur eine so weitgehende Übereinstimmung mit den uns bekannten extrusiven basischen und intermediären Laven, daß m. E. keine Berechtigung besteht, für die „weilburgitischen“ Spilite wesentlich andere physikalisch-chemische Bedingungen ihrer Magmen bei deren Platznahme anzunehmen.

Für eine primäre Chloritbildung bleibt kein Raum. Chlorit ist sekundär, er hat sich, wenn man von Olivin- und Pyroxen-Umwandlungen absieht, im wesentlichen aus ursprünglich im Gestein vorhandenem basischem Glas postmagmatisch gebildet. An den Außenschalen von Pillows ist diese chloritische Entglasung direkt beobachtbar. Für die feinen Zwickel im Zwischenraum zwischen dem intersertalen Feldspatgerüst dürfte derselbe Vorgang zutreffend sein.

Dieselbe chloritische Entglasung in großem Ausmaß ist bei den Schalsteinen beobachtbar, ehemaligen Tuffen, die in der Lahn- und Dillmulde und vielerorts in anderen Gebieten mit spilitischem Gesteinen vergesellschaftet sind. Es sind hier die ursprünglichen Tuffglasfragmente, die einer Chloritisierung anheimgefallen sind.

Auf die Frage der Spilitisierung gibt es bis heute keine befriedigende Antwort. Ich vermute aber, daß für die Lösung des Problems am petrographischen Objekt unmittelbar selbst noch die entscheidenden Beobachtungen und Erkenntnisse gesammelt werden können. Nicht aber läßt sich hoffen, aus magmagenetischen Theorien und Hypothesen einen sicheren Fortschritt zu erzielen.

Was das karbonatische Mineral, eine ständig gegenwärtige Begleitkomponente spilitischer Mandelsteine, anlangt, es ist i. w. Calcit, so ergeben sich auch hier Kontroversen zwischen der Auffassung von E. LEHMANN und derjenigen einer postmagmatischen Bildung des Karbonats aus der Umwandlung von Pyroxen, Plagioklas und vitrophyrischen Gesteinsanteilen.

E. LEHMANN sieht das Karbonat als allogenes an und verweist darauf, daß Mandelsteine so überreich an Calcitmandeln angetroffen werden, daß ganz unmöglich das ursprüngliche Magma soviel CaO enthalten haben könne. Dieser Schluß ist in verschiedener Hinsicht aber unzulässig, u. a. auch deshalb, weil er auf eine willkürliche Beschränkung des Beobachtungsraumes gegründet ist. Am Handstück oder Kubikmeter-Stück kann man nicht die Mengenbilanz eines Minerals aufstellen, dessen mobiler Zustand z. Z. der Gesteinsverschieferung auf Schritt und Tritt im Gelände in Erscheinung tritt und bis in mikroskopische Dimensionen verfolgbare ist.

Die Mandelführung spilitischer Gesteine (Beispiel Lahnggebiet) ist sehr ungleichmäßig. Man kann aber im großen ganzen bestätigt finden, daß die randlichen Partien der niemals sehr ausgedehnten Gesteinskörper als Mandelstein entwickelt sind. Es ist dann ein fast zwingend erscheinender Schluß, wenn man in Übereinstimmung mit dem vorangehend Erörterten bleiben will, daß die Mandeln Ausfüllungen von Blasenräumen sind, die sich spätestens bei der Verschieferung des geologischen Großraumes, wahrscheinlich aber auch schon zu Zeiten der Diagenese, mit dem mobilsten Mineral gefüllt haben. Da Kalksedimente in zeitlicher und räumlicher Nachbarschaft stehen, kann auch von dort her karbonatische Substanz zugeführt worden sein. Die Zufuhr hat man sich als eine Imprägnation durch Diffusion hydrothermalen karbonatischer Lösung vorzustellen.

Zusammenfassung: Für Spilite vom Typus der LEHMANN'schen Weilburgite lassen sich eine Reihe geologisch-petrographischer Befunde für die Hochtemperaturerstarrung effusiver oder subeffusiver Laven und für den postmagmatischen Charakter

der Grünsteinfazies dieser Gesteine beibringen. Die hypothetische Vorstellung eines niedrig temperierten wasserreichen Ausgangsmagmas für diese Gesteine führt zu einer Reihe von Widersprüchen.

Diskussionsbemerkungen

CORRENS: Auf Grund meiner Kenntnis des nördlich anschließenden Gebietes, das ich in den Jahren 1922–1924 kartiert habe (Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Blatt Buchenau), kann ich Herrn HENTSCHEL nur zustimmen. Die Umwandlungserscheinungen an Diabasen lassen sich dann gut verfolgen, wenn man Serien von im Gelände gesammelter Gesteine untersucht. Man kann dann z. B. Schliffe finden, in denen die Plagioklase z. T. erhalten sind, z. T. aber Albitbildung auftritt. Die Ursache und das Alter der Albit- und Chloritbildung kann in verschiedenen Fällen wohl verschieden sein. Von einer direkten Einwirkung des Meerwassers in Richtung einer Albitbildung ist an dem Wulst eines geflossenen Basaltess aus 2000 m Meerestiefe nichts zu bemerken (Chemie der Erde V, 1930, S. 76). Er zeigt nur eine Palagonitisierung der glasigen Rinde und mikroskopisch nicht identifizierbare geringfügige Neubildungen (Entglasung?).

SCHUEMANN: Die Auffassung, daß eine Pillowlavenfazies (Spilitfazies) primär-magmatisch auf Grund von Wasseraufnahme Albit und Chlorit bilde, ist schon seit langem bekannt. Neuerdings wird sie von VUAGNAT vertreten, der auch die Annahmen LEHMANN's in seinem Sinne verwendet. LEHMANN's Deutungen dürfte durch HENTSCHEL's sehr spezielle Prüfung der Schalsteine, der Umwandlung des Sideromelangelases in Palagonit und Chlorit und der Reststrukturen in den Pillowlaven der Boden entzogen sein. Ich selbst habe begonnen, die Vuagnatschen Pillowlaven der Alpe Flix an der Julierstraße namentlich auf mineralischen Altbestand, Glasrindenreste und ihr Verhalten gegen Einschlüsse nochmals zu prüfen. Es ist schwer, in einer Gesteinsassoziation epizonaler Grünschiefer, in deren Mineralgleichgewicht Albit-Chlorit so dominant ist, Anhaltspunkte für die Unterscheidung von primärer und dislokationsmetamorpher Albit-Chloritbildung zu finden. Die Aufspürung von restlichem Plagioklas-Zonenbau und Pseudomorphosen mafischer Minerale ist wichtig. Die Untersuchungen HENTSCHEL's haben daher über die lokale Frage hinaus allgemeine Bedeutung.

Ein früherer Versuch, solche primäre Mineralbildung in mit H_2O hybridisierten Magmen vorzustellen (Helsinki-fazies, Leitakari-Eskola) ist ohne Erfolg geblieben. Die Helsinkiite erwiesen sich als hydrothermal autometamorph.

ERWIN NICKEL (Münster): Hornblendeblastese in gabbroiden Gesteinen des Odenwaldes

Eine auf Grund von Untersuchungen über „Die mineralfazielle Stellung der Hornblendegabbros im Gebirgszug von Heppenheim—Lindenfels (Odenwald)“, erscheinend in „Heidelberger Beiträge zur Mineralogie und Petrographie“, Band 3, S. 97–123 (1952), vorliegende Arbeitshypothese wurde zur Diskussion gestellt. Verf. hält gerade für Gebiete, in denen die Auswertung quantifizierenden Belegmaterials von einer vorangehenden umfassenden petrographischen Kenntnisnahme und Beurteilung abhängt, Meinungsaustausch für unumgänglich.

Der Diorit-Gabbrozug zieht NE, ist beidseitig gesäumt von steilstehenden Amphiboliten, Biotit-Plagioklasschiefern, quarzreichen Paragneisen, Kalksilikathornfelsen etc. (i. F. kurz „Schiefer“). Diorit-Gabbro wie Schiefer sind in Flasergranit eingebettet, dessen PT (= Flaserung) gleichsinnig zu der des Schiefers und der Diorite zieht.

Der Granit injiziert die Schiefer. Diese ihrerseits gehen ohne Hiatus in flasrige „Diorite“ über, die als „textuelle Pseudomorphosen“ nach dem metamorphen Edukt aufzufassen sind. Solche Mobilisationen führen schließlich über Aorite zu richtungslosen „normalen“ Dioriten. (Diese sind also in die eigentliche varistische Tektonik nur undeutlich einbezogen, während ja für die Flaserdiorite zu beachten ist, daß sich außer der Texturpseudomorphie nach dem Edukt noch das den Flasergranit erzeugende tektonische Geschehen ausprägt.)

Nach NE zu werden (über sog. Gabbrodiorite) die Gesteine basischer, bis zu extremen Anorthitgabbros. Die Auskartierung läßt erkennen, daß hier zwischen flasrigen Gabbros und den Metamorphiten die prinzipiell gleichen Bedingungen herrschen wie weiter SW zwischen Dioriten und Metamorphiten.

In gleicher Weise wie sich im SW zwischen den flasrigen Dioriten nestartig homophane Diorite finden, so hier zwischen flasrigen Gabbros homophane Gabbroester. Den Kalifeldspatwolken in Diorit und Schiefer entspricht hier eine diffuse Verteilung von poikiloblastischer Hornblende. Letztere ist stets braun und so von den anderen vorkommenden Hornblendevarietäten zu unterscheiden.

Daß die Poikiloblastese der jüngste Akt ist, läßt sich an Strukturbildern durch die mannigfaltigen anstehenden Gesteine verfolgen. Insofern auch sicheres Paramaterial „infiziert“ wird, hat man von Metablastese zu sprechen. (Inwieweit hierbei Verschiebungen im Chemismus erfolgten, muß noch näher untersucht werden.)

In gleicher Weise, wie sich der Verf. bei den Dioriten darauf beschränkt hat, die eindeutig mit Metamorphiten verknüpften Typen als „dioritisiert“ zu kennzeichnen, hat er auch bei den gabbroiden Gesteinen nur die auf metamorphe Edukte zurückgeführt, die sichere Reliktstrukturen zeigen. Und hier ergibt nun die Kartierung, daß die in aoritischen Stadien befindlichen Gesteine von der Hornblende-poikiloblastese bevorzugt erfaßt werden.

Zugleich gliedern sich Gesteine heraus, deren reliktsche Komponente nicht als „Texturpseudomorphose“ vorliegt: Es handelt sich um grobkörnige, anorthitführende Hypersthen-Glimmer-Fleckenorithe mit Diablastese-zeigenden Mafithäufchen. Solche Norite sind als Mischgesteine von normalen Gabbros abzuleiten, etwa dahingehend, daß durch Einbeziehung von Rahmengesteinen mit OH-haltigen Mineralien in die ursprüngliche „trockene“ gabbroide Paragenese (also Olivin-Pyroxen-Plagioklas) aureolenartig eine „feuchte“ Mineralvergesellschaftung entstand, vor allem also mit Hornblende (durch Einbeziehung von Kalksilikathornfelsen zugleich mit Unterstreichung der Anorthitkomponente); eine hochtemperierte Mobilisierung, von der aus die Hornblendisierung auch „infizierend“ weitergriff.

Einzelheiten, und damit auch der Richtungssinn der Entwicklung, ließen sich dann durch genauere Erfassung der Hornblendeabarten sicherstellen.

So ergibt sich folgendes Gesamtbild: Um Gabbrostöcke bilden sich hybrid-magmatische Aureolen als „innerer Kontakt“. Peripher dazu werden den Gabbros chemisch nahestehende Metamorphite (hauptsächlich basische Orthoamphibolite — auch diabasisch und tuffitisch —) texturpseudomorph regeneriert. Während im „inneren Kontakt“ auch Kalksilikathornfelse, z. B. Hypersthenanorthitschiefer, verdaut werden und zu abweichenden noritischen Gesteinen führen, bleiben sie in der äußeren Sphäre mehr oder weniger resistent und geben Anhaltspunkte zur Erfassung auch der schon stärker verwischten reliktschen Anteile.

Hierbei zeigt sich also eine Hornblendeblastese in allen beeinflussten Gesteinen (bis zur völligen pflasterartigen Umschließung aller anderen Gemengteile), und zwar in einer Verteilung, die die eben dargelegte Vorstellung vom Ablauf des Geschehens nahelegt.

Durch das Sich-Überschneiden der Aureolen von einzelnen Gabbroestern kompliziert sich das Bild eines Gebietes, dessen bisherige undifferenzierte Darstellung als „Gabbrozug“ den Verhältnissen ebensowenig gerecht wurde wie die Darstellung des SW-Anteils als „Dioritzug“. Das Gebiet stellt ein Ineinander von tektonischen und magmatischen Vorgängen dar, dessen genaue Gliederung erst möglich sein wird, wenn wir die orogenen Phasen für den Gesamtodenwald sicher angeben und unterscheiden können.

Diskussionsbemerkungen

SCHEUMANN: Die tektonische Situation (Profil 2 und 3 des Referates) wird deutlicher, wenn die randlich den Metabasit begleitenden sauren Gesteine zutreffender nicht nach KLEMM's veralteter, schematisierend übertreibender Art einfach als „Granit“ bezeichnet werden, wodurch die petrogenetische Stellung verhüllt wird, sondern als „Gneis“, was seiner Textur entspräche. Das gegenseitige Altersverhältnis ist aus der zu vermutenden Tatsache, daß sich die beiden Körper, metagranitischer Gneis und Diorit-Amphibolit, in einer tektonischen Bewegungsfäche berühren, nicht zu ermitteln. Die Plagioklas-Amphibolitschale wäre als stärker durchbewegter Gleithorizont

eines durch erhaltene Reststrukturen und Resttexturen ausgezeichneten metabasitischen Körpers (in Analogie zu vielen ähnlichen Bildungen) leichter erklärbar als durch komplizierte Annahmen. Ein solcher Gleithorizont ist normalerweise meist faziesechter eingeformt und kennzeichnet damit seine isometamorphe Stellung besser, als dies die Kernmasse tut, in der nur die Neubildungen die metamorphe Stellung andeuten, die sich in einem vermutlich ehemals mylonitischen Restbestand nicht immer leicht von dem labil gewordenen Altbestand trennen lassen. Die am ehesten reagierenden Mafite führen zu der metablastischen Hornblendebildung. Das Bild der z. T. grobkristallin entwickelten Restkerne, der umgebenden und in diese eindringenden Amphibolitlagen, deren Aufknäuelung und Stauchung und die Zerteilung des Restkörpers durch Amphibolitbildung an Grenzflächen, alles dies ist von vielen alpinen, apenninischen und mittelgebirgischen Vorkommen bekannt. Ein typisches Beispiel liefert die Flasergabbro-Amphibolitgruppe des sächsischen Granulitgebirges.

Die geschilderten späteren metablastischen und metatektischen Umbildungen sind durchaus zu erwarten und auch sonst beobachtbar. Sie entsprechen den variierenden komplexen Bedingungen im Kristallin. Die von mir vorgeschlagene Auffassung ist mit jedem Alter der ursprünglichen Platznahme beider Einheiten zu vereinbaren. Der Begriff Gneis deckt nicht nur paragenetische Metamorphite, sondern auch meta-granitische Umprägungen zu Gneis oder primärgneisig gebildete Elemente der Tiefenzone (Piezogneis, Primgneis).

Bei solchen petrographischen Analysen ist es empfehlenswert, sich vorerst von gegenwärtig allgemein diskutierten Synthesen bei der Deutung der Tatbestände vorsichtig fernzuhalten, besonders in einer Periode, in der die modische Deutung der Vorgänge oft recht willkürlich und der konkreten Erkenntnis der Tatbestände nicht immer förderlich ist.

MATTHES: Das Auftreten von unregelmäßigen Verwachsungen einer braunen Hornblende mit einer fahlen Hornblende im Stoffbestand von Metabasiten mit Redwitzcharakter ist häufig eines mehr oder weniger aufgelösten und umgebildeten ultrabasischen Anteiles im Altstandbestand verdächtig.

Schlußbemerkung NICKEL: Die petrogenetische Stellung des in Frage stehenden Gabbrokomplexes wie die relative Zeitfolge bei den gegenseitigen Umwandlungen innerhalb desselben sind wohl nur interpretierbar unter Berücksichtigung des regionalen Verbandes. Im Odenwald stellt eine solche Kenntnisnahme schon eine wissenschaftliche Arbeit für sich dar. In diesem doppeldeutigen Gebirge wird man bei aller notwendigen Vermehrung von Einzeldaten an Arbeitshypothesen nicht vorbeikommen. — Auch die Frage, ob der sog. Flasergranit besser als Gneis zu bezeichnen wäre, kann nur erörtert werden im Hinblick auf eine Gliederung des Odenwald-Gesamtkristallins und die notwendige Unterscheidung von Bergsträßer und Böllsteiner Einheiten.

HEINZ MEIXNER (Knappenberg): **Einige Boratminerale (Colemanit und Tertschit, ein neues Mineral) aus der Türkei** (Lagerstättenuntersuchung der Österr. Alpen Montan Gesellschaft).

(Mit 1 Abbildung im Text)

Zusammenfassung: Aus neuen türkischen Boratlagerstätten wird außer Colemanit das neue Calciumborat Tertschit kurz beschrieben. Im Rahmen einer Übersicht der wasserhaltigen Ca-, Na- und Mg-Borate wird auf die üblichen eigenartigen „Borakomplex“-Formeln hingewiesen und wahrscheinlich gemacht, daß künftig zweierlei Wasser in vielen Formeln aufscheinen wird müssen, um Formeln zu erhalten, die durch Kombinieren aus BO_3 - bzw. BO_4 -Gruppen zu Ringen, Ketten und dgl. hergehen.

Die Boratlagerstätten Amerikas, insbesondere Kaliforniens und Nevadas, sind nicht nur wirtschaftlich als der wichtigste Borlieferant der Welt, sondern auch als besonders reich an verschiedenartigen Boratmineralen Wissenschaftlern und Sammlern wohl bekannt. Von den bergbaulich nur zeitweise in Erscheinung tretenden Boratlagerstätten in der kleinasiatischen Türkei, vgl. darüber SCHLÜTER (6), ist als gesichertes Boratmineral bisher bloß der „Pandermit“ bekannt geworden, den G. VOM RATH

(1877) untersuchte und nach der etwa 70 km nördlich des Fundgebietes um Sultan-çayir gelegenen Hafenstadt Pandërma am Marmarameer benannte. Später wurde allerdings erkannt, daß „Pandërmitt“ mit dem bereits von SILLIMAN (1873) aus Oregon beschriebenen Priceit identisch ist, weshalb auch wir diesen Namen gebrauchen sollten. Daß Priceit (Pandërmitt) eine selbständige Mineralart und nicht Colemanit ist, hat HEDLIK (1) kürzlich röntgenographisch erwiesen.

Nachdem jahrzehntelang in diesem türkischen Boratbergbauggebiet stets monoton bloß Priceit¹ gefördert worden ist, war es überraschend, daß in den letzten Jahren bei Schurfarbeiten, die südlich der alten Lagerstätten in der Provinz Balıkesir (Kreis Bigadiç) von Dr.-Ing. HÜSAMEDDİN YAKAL vorgenommen wurden, andere Borate vorgekommen sind. Das Untersuchungsmaterial erhielt ich über Vermittlung von Dr. A. HELKE (Zonguldak) von Dr.-Ing. H. YAKAL, wofür hier beiden Herren gedankt sei.

Hauptmineral ist hier Colemanit¹), der in kugeligen, radialstrahligen Konkretionen, in wenige Millimeter bis einige Zentimeter großen, flächenreichen Kristallen und in handgroßen, klaren Spaltstücken („Borspat“) mir vorliegt.

Ein weiteres Borat (Fundort: Kurtpinari-links, Faraşköy) ist schneeweiß gefärbt, feinstfaserig, seidig glänzend und gleicht im Aussehen völlig manchem Ulexit. Die qualitativ chemische Untersuchung ergab jedoch bei Abwesenheit von Natrium wie von Magnesium, daß ein wasserhaltiges Calciumborat vorliegt. Optische Konstanten waren bei sehr wahrscheinlich monokliner Symmetrie infolge der Feinfaserigkeit sehr schwierig zu gewinnen; dabei ergaben sich Abweichungen gegenüber den anderen bekannten Boraten.

Die quantitative Analyse, die in entgegenkommender Weise Herr W. ZWICKER (Wien) ausgeführt hat, ergab:

	Gew.-%	Gew.-% auf 100 (ohne Gangart)
CaO	22,40	23,00
MgO	Spur	Spur
B ₂ O ₃	37,26	38,30
H ₂ O	37,72	38,70
Gangart	2,68	
Summe	100,06	100,00

Mit Abweichungen der gleichen Größenordnung, wie sie bei der Berechnung von Boratanalysen oft auftreten, scheint mir hier als vorläufige Formel $\text{Ca}_4\text{B}_{10}\text{O}_{19} \cdot 20 \text{ bis } 21 \text{ H}_2\text{O}$ am besten zu entsprechen. Priceit hat demnach die gleiche Formel, doch bloß $7 \text{ H}_2\text{O}$.

Vergleicht man die Analyse des neuen Minerals mit den Analysen der Ca-Borate, so ist einige Ähnlichkeit bloß mit Inyoit festzustellen, weshalb die Unterschiede zu diesem Mineral näher besprochen werden müssen.

	Inyoit	Tertschit
Formel:	$\text{Ca}_4\text{B}_{12}\text{O}_{22} \cdot 26 \text{ H}_2\text{O}$	$\text{Ca}_4\text{B}_{10}\text{O}_{19} \cdot 20 \text{ bis } 21 \text{ H}_2\text{O}$
Kristallsystem:	monoklin	wahrscheinlich monoklin
Habitus:	kurzprismatisch [001] und tafelig (001)	feinfaserig
n und Δ :	vgl. (5, S. 359) $n_a/Z = + 37^\circ$, $n_\gamma/Z = - 53^\circ$	ähnlich Inyoit $n_\gamma'/L = 32^\circ$. Dieser Wert paßt bei Drehung um Y entsprechend der monoklinen Symmetrie weder auf [001], noch auf [100] von Inyoit
Löslichkeit:	löslich in heißem Wasser (5, S. 359)	schwerer löslich in heißem Wasser
Umwandlung:	verwittert sehr leicht zu undurchsichtigem Meyerhofferit ($\Delta = 0,060!$), (5, S. 359)	keinerlei Umwandlungserscheinungen

¹) Colemanit zumindest ähnliches Material aus den alten türkischen Lagerstätten scheint LINCK als „Pandërmitt“ bereits in Händen gehabt zu haben (zit. 5, S. 342 und 343). Vielleicht wäre nun mit dem Originalmaterial doch noch eine röntgenographische Klärung dieser Frage möglich.

Pulverdiagrammdaten von Colemanit und Priceit liegen aus einer Notiz von HEDLIK (1) vor. Pulveraufnahmen von Ulexit, Meyerhofferit, Hydroborazit und Inyoit verdanke ich der freundlichen Hilfe von Prof. FRONDEL (Cambridge, Mass.), eine Aufnahme des neuen Minerals führte nebst einigen Ausmessungen Dipl.-Ing. F. VON KAHLER (Radenthein) durch, wofür auch hier herzlichst gedankt sei. Auch im Pulverdiagramm erwies sich das Mineral als abweichend von Inyoit und den anderen Ca-Boraten, weshalb ich mich jetzt berechtigt glaube, es als neues Mineral anzusprechen und es zu Ehren des Seniors der österreichischen Mineralogen (2) Hofrat Univ.-Prof. Dr. HERMANN TERTSCH, Tertschit zu benennen (4).

Die untenstehende Abbildung vermittelt eine graphische Übersicht vom Formelbild aller wasserhaltigen Ca-, Na-, Mg-Boratminerale (ohne andere Anionen!).

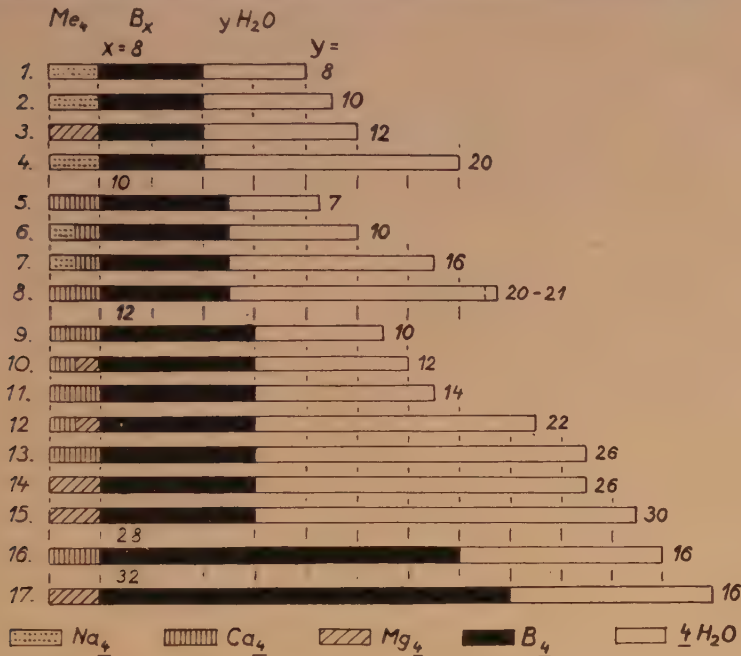


Abb. 1. Graphische Darstellung der Formeln der wasserhaltigen Ca-, Na- und Mg-Boratminerale.

1. Kernit	Na ₄	(B ₄ O ₇) ₂	· 8 H ₂ O
2. Tinkalkonit	Na ₄	(B ₄ O ₇) ₂	· 10 H ₂ O
3. Pinnoit	Mg ₄	(BO ₂) ₈	· 12 H ₂ O
4. Borax	Na ₄	(B ₄ O ₇) ₂	· 20 H ₂ O
5. Priceit	Ca ₄	(B ₁₀ O ₁₉)	· 7 H ₂ O
6. Probertit	Na ₂ Ca ₂	(B ₅ O ₉) ₂	· 10 H ₂ O
7. Ulexit	Na ₂ Ca ₂	(B ₅ O ₉) ₂	· 16 H ₂ O
8. Tertschit	Ca ₄	(B ₁₀ O ₁₉)	· 20 bis 21 H ₂ O
9. Colemanit	Ca ₄	(B ₆ O ₁₁) ₂	· 10 H ₂ O
10. Hydroborazit	Ca ₂ Mg ₂	(B ₆ O ₁₁) ₂	· 12 H ₂ O
11. Meyerhofferit	Ca ₄	(B ₆ O ₁₁) ₂	· 14 H ₂ O
12. Inderborit	Ca ₂ Mg ₂	(B ₆ O ₁₁) ₂	· 22 H ₂ O
13. Inyoit	Ca ₄	(B ₆ O ₁₁) ₂	· 26 H ₂ O
14. Kurnakovit	Mg ₄	(B ₆ O ₁₁) ₂	· 26 H ₂ O
15. Inderit	Mg ₄	(B ₆ O ₁₁) ₂	· 30 H ₂ O
16. Ginorit	Ca ₄	(B ₁₄ O ₂₃) ₂	· 16 H ₂ O
17. Paternoit	Mg ₄	(B ₈ O ₁₃) ₄	· 16 H ₂ O

Zur besseren Vergleichbarkeit wurden alle Formeln auf 4 Metallatome berechnet. Wenn man, wie bisher üblich, das gesamte Wasser innerhalb der Formel abtrennt, so erhält man nach Me_4 verschiedene „Boratkomplexe“ von rein rechnerischem Wert: $B_{10}O_{19}$, B_5O_9 , B_6O_{11} , $B_{14}O_{23}$ und B_8O_{13} mit B/O-Quotienten von 0,50 (BO_2) bis 0,62, die meist mehrfach mit einer Reihe von verschiedenen Boratmineralen vertreten sind. Das Bor tritt in den Borosilikaten in Tetraederkoordination auf, während, soweit Strukturbestimmungen vorliegen, in den Boraten planare Dreieckskoordination gefunden wurde. MACHATSCHKI (3, S. 78—79) hat kürzlich darauf hingewiesen, daß es auch bei Boraten z. B. dreikernige Ringkomplexe $[B_3O_6]^{-3}$ oder Kettenkomplexe $\infty [B^{(3)}O_2]^{-1}$ gibt²⁾. Kombiniert man entweder $[BO_3]^{-3}$ - oder auch $[BO_4]^{-5}$ -Gruppen in der bei Silikaten erfolgreichen Weise zu Ringkomplexen, Ketten, Schichten usw., so ist es bezeichnend, daß dabei fast nicht die oben angeführten errechneten „Boratkomplexe“ erhalten werden. Nur „ $[B_4O_8]^{-4}$ “ läßt sich als Viererring oder aus $\infty [BO_3]^{-1}$ ableiten (Pinnoit; das Mineral kristallisiert tetragonal und kommt auch faserig vor).

Von großem Interesse ist der fünfkernige Pentaboratkomplex $[B^{(4)}B_4^{(3)}O_{10}]^{-5}$, auf den ebenfalls MACHATSCHKI (3, S. 78, mit schematischer Abbildung) hingewiesen hat und der in $KH_4[B_5O_{10}] \cdot 2 H_2O$ gefunden wurde³⁾. Nach der bisher bei Boratmineralen üblichen Berechnungsweise hätte man da aus der Analyse etwa „ $K[B_5O_8]^{-1} \cdot 4 H_2O$ “ herausgerechnet, wenn nicht etwa chemische Hinweise auf Kationen-Wasserstoff vorlagen. Der Nachweis solcher Mischkomplexe von Tetraeder- und planarer Dreieckskoordination, der ebenfalls eine Teilung des Wassers in der Mineralformel verlangt, scheint darauf hinzuweisen, daß in diesem Sinne bei unseren Boratformeln sich eine Wandlung vorbereitet, worüber Klarheit allerdings erst die noch ausstehenden Strukturbestimmungen liefern werden können. Auf den oben angeführten Pentaboratkomplex lassen sich rechnerisch z. B. die Formeln von Probertit zu $NaCaH_2[B_5O_{10}]^{-5} \cdot 4 H_2O$, von Priceit zu $Ca_2H[B_5O_{10}]^{-5} \cdot 3 H_2O$, von Tertschit zu $Ca_2H[B_5O_{10}]^{-5} \cdot 10 H_2O$ bringen. Ob der „ B_5O_{11} -Komplex“ des Colemanits und weiterer Borate real ist, scheint auch noch ungeklärt zu sein. Auch hier können durch Teilung des Wassers der Formel bekannte Gruppierungen erhalten werden.

Die nähere Kennzeichnung der türkischen Colemanit-Kristalle und des Tertschits (sowie der nachträglich an benachbarten, neuen Fundpunkten entdeckten weiteren Borate: Inyoit (Kristalle), Meyerhofferit (Kristalle) und Ulexit wird demnächst erfolgen.

Knappenberg, 31. 7. 1952.

Schrifttum

1. HEDLIK, A.: Zur Kenntnis von Pandemit und Colemanit. — Tscherm. Min. Petr. Mitt., 3. Folge, 1, (1950), 419—421.
2. KÖHLER, A.: HERMANN TERTSCH, der Senior der österreichischen Mineralogen. — Der Karinth., Folge 18 (15. 4. 1952), 125—127.
3. MACHATSCHKI, F.: Ordnungsprinzipien der anorganischen Stoffe. — Radex-Rundschau, H. 2, Radenthein 1952, 76—83.
4. MEIXNER, H.: Über ein wahrscheinlich neues Bormineral aus Kleinasien. — Der Karinth., Folge 18 (15. 4. 1952), 144—146.
5. PALACHE, CH., BERMAN, H., FRONDEL, CL.: DANA's System of Mineralogy. — 7. Aufl., 2, New York 1951.
6. SCHLÜTER, A.: Das Pandemitvorkommen von Sultan Tschair. — Abh. z. prakt. Geol. u. Bergwirtschaftslehre, 17, Halle 1928, 1—57.

²⁾ Ähnlich nach HENDRICKS (1944) im „neuen DANA“ (5, S. 320).

³⁾ Von ZACHARIASEN, einer mündlichen Mitteilung von Prof. MACHATSCHKI zu folge.

J. LEONHARDT (Kiel): Assimilation und Salzprofil

Die im Vortrag angeschnittenen Fragenkomplexe werden voraussichtlich in „Kali und Steinsalz“ eine ausführliche Darstellung erfahren.

Einige Grundzüge des Problems finden sich in „Chemie der Erde“, 16, 1952, 22—26: „Semisalinare (assimilierte) Mineralkomponenten der Salzlagerstätten. (Genetische Grundlage einer Systematik.)“

WALDEMAR BERDESINSKI (Heidelberg): Möglichkeiten der Lüneburgit-Darstellung

Im Rahmen umfassenderer experimenteller Arbeiten über die Bildungsbedingungen semisalinarer Mineralien überhaupt werden z. Z. die Möglichkeiten der Lüneburgit-Darstellung untersucht¹⁾. Nach NOELLNER (2) lautet die Formel des Lüneburgits in Oxyd-Schreibweise: $3 \text{MgO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$.

I. Bodenkörper-Lauge-Umsetzungen

Entsprechend der Hypothese (3), daß Lüneburgit ein semisalinales Mineral sein kann, wurde zunächst versucht, seine Bildung durch Bodenkörper-Lauge-Umsetzungen in den Systemen

1. $[\text{MgHPO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}] - \text{H}_3\text{BO}_3 - \text{H}_2\text{O}$
2. $[\text{MgO}] - [\text{MgHPO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}] - \text{H}_3\text{BO}_3 - \text{H}_2\text{O}$
und
 $[\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}] - \text{H}_3\text{BO}_3 - \text{H}_2\text{O}$
3. $[\text{MgO}] - \text{Na}_3\text{PO}_4 - \text{H}_3\text{BO}_3 - \text{H}_2\text{O}$
4. $[\text{Hydroxyl-Apatit}] - \text{MgCl}_2 - \text{H}_3\text{BO}_3 - \text{H}_2\text{O}$
und
 $[\text{Hydroxyl-Apatit}] - \text{MgSO}_4 - \text{H}_3\text{BO}_3 - \text{H}_2\text{O}$
5. $[\text{Apatit (magmatisch)}] - \text{MgCl}_2 - \text{H}_3\text{BO}_3 - \text{H}_2\text{O}$
und
 $[\text{Apatit (magmatisch)}] - \text{MgSO}_4 - \text{H}_3\text{BO}_3 - \text{H}_2\text{O}$

zu erreichen. Dabei sind die Systeme nach ihren Ausgangskomponenten benannt; der primäre (praktisch in H_2O nicht lösliche) Bodenkörper ist in eckige Klammern gesetzt.

Im System 1 gelingt die Lüneburgitdarstellung beispielsweise, wenn

5,2 Gramm $\text{MgHPO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$
und 6,2 Gramm H_3BO_3
in 200 $\text{cm}^3 \text{H}_2\text{O}$
450 Stunden lang sieden.

Der Bodenkörper besteht dann ausschließlich aus Lüneburgit. Bei geringeren H_3BO_3 -Konzentrationen (z. B.: bei analoger $\text{MgHPO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ - und H_2O -Menge nur 3,7 Gramm H_3BO_3) findet die Umsetzung zu Lüneburgit nur teilweise (Bodenkörper-Gemenge aus $\text{MgHPO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ und $3 \text{MgO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$), bei schwachen H_3BO_3 -Konzentrationen (z. B.: 1,2 Gramm H_3BO_3) überhaupt nicht in der angegebenen Zeit statt (450 Stunden).

In den Systemen 2 und 3 gelingt bei Siedetemperatur und bei Zimmertemperatur mit 100%-Ausbeute die Darstellung von Lüneburgit mühelos (vgl. hierzu (1)). Beispielsweise führen H_3BO_3 -Laugen von 0,25 Gew.-% bei Zimmertemperatur im System 2 innerhalb von 4 Monaten zur Umwandlung des Bodenkörpers in Lüneburgit. In den Systemen 1—3 wurden die Versuche, bei denen nach 8—10 Monaten kein Lüneburgit im Bodenkörper festzustellen war, abgebrochen. Sinken die H_3BO_3 -Konzentrationen unter 0,2 Gew.-%, so war die Lüneburgitbildung im Rahmen der 10-Monats-Grenze nicht nachweisbar. Innerhalb von einigen Tagen oder spätestens einigen Wochen tritt sie bei etwas stärkeren H_3BO_3 -Konzentrationen ein.

¹⁾ Auch an dieser Stelle danke ich Herrn cand. phys. H. HARDER, Kiel, und Herrn cand. min. K. KOHLER, Heidelberg, für ihre Hilfe bei der Anfertigung eines Teiles der zahlreichen Röntgendiagramme.

Gemessen an den Reaktions-Geschwindigkeiten der Systeme 1—3 sind die der Systeme 4 und 5 relativ sehr langsam. Im einzelnen kann gesagt werden:

Geht man vom Hydroxylapatit als primärem Bodenkörper aus, so gelingt bei Siedetemperatur die Darstellung von Lüneburgit sowohl im chloridischen als auch im sulfatischen System. Dabei gehen die Umsetzungen im chloridischen System etwas besser, d. h. schneller. Die Borsäure- und die Magnesiumsalz-Konzentration muß dabei relativ hoch sein, da sonst auch bei Reaktionszeiten von 1000 Stunden keine Umwandlungseffekte meßbar werden. Als Beispiel für günstige Konzentrationsverhältnisse zur Lüneburgit-Darstellung sei genannt:

3 Gramm Hydroxyl-Apatit
152,5 Gramm $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
24,7 Gramm H_3BO_3
250 $\text{cm}^3 \text{H}_2\text{O}$

ergeben bei Siedetemperatur

nach 200 Stunden ein Lüneburgit-Hydroxylapatit-Gemenge von etwa 50 : 50,

nach 450 Stunden einen ausschließlich aus Lüneburgit bestehenden Bodenkörper.

Bei Einwaage von magmatischem Apatit als primärem Bodenkörper gelang die Darstellung von Lüneburgit bisher nur im sulfatischen System.

II. Fällungs-Reaktionen

Die Darstellung von Lüneburgit durch reine Fällungs-Reaktionen ist möglich im System $\text{Mg} - (\text{Na}, \text{K}) - \text{H} - \text{BO}_3 - \text{PO}_4 - (\text{Cl}_2, \text{SO}_4) - \text{H}_2\text{O}$.

Der Einfachheit halber wurde BO_3 und PO_4 geschrieben. Selbstverständlich liegen in Wirklichkeit die Dinge wesentlich komplizierter. Ein Beispiel für Konzentrationsverhältnisse, bei denen als Erstabscheidung Lüneburgit allerdings in nicht 100%-Ausbeute fällt, ist folgendes:

2,8 Gramm H_3BO_3 sind pro 100 $\text{cm}^3 \text{H}_2\text{O}$ gelöst, die PO_4 -, Cl- und SO_4 -Ionen sind den vorhandenen Kationen äquivalent, das Verhältnis $\text{BO}_3 : \text{PO}_4$ beträgt rund 9:1. Sinkt die relative Borsäurekonzentration, so fallen primär andere Verbindungen, z. B.: $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$. Steigt die Borsäurekonzentration, so wird zunächst die sowieso geringe Ausbeute an Lüneburgit noch geringer. Erreicht der Borsäureanteil den Wert von rund 4,2 Gramm pro 100 $\text{cm}^3 \text{H}_2\text{O}$, so bleibt die Lösung klar.

Schüttelt man die Niederschläge, die bei niedrigen Borsäure-Konzentrationen primär ausfallen, längere Zeit (Monate) in Borsäurelauge, so gehen sie quantitativ in Lüneburgit über, wenn nur die Borsäurekonzentration der Mutterlauge nicht unter 0,25% liegt.

III. Zusammenfassung

Sowohl in Systemen, die das Mg-Ion in praktisch unlöslichen Bodenkörpern als auch in der Lösung und in Systemen, die das PO_4 -Ion einmal in den primären Bodenkörpern und zum anderen in der überstehenden Lauge enthalten, ist bei Anwesenheit wechselnder Mengen des BO_3 -Ions die stabile feste Endphase der Lüneburgit. Dabei ist es teilweise ausreichend, H_3BO_3 -Konzentrationen von 0,25 Gew.-% anzuwenden, wenn in spätestens 8—10 Monaten Lüneburgit erscheinen soll. Die Aufarbeitung von Apatiten ist nicht nur abhängig von der H_3BO_3 -Konzentration, sondern entscheidend auch von derjenigen der Magnesiumsalze. Offenbar ist außerdem ein gewisser Einfluß von Cl- und SO_4 -Ionen festzustellen, der bei Hydroxylapatit und bei magmatischem Apatit gegenläufig ist.

Bei reinen Fällungsreaktionen schließlich erscheint der Lüneburgit primär nur in einem sehr eng begrenzten H_3BO_3 -Konzentrationsbereich, während dieser Bereich bei Bodenkörper-Lauge-Umsetzungen wesentlich weiter gespannt ist.

Literatur

1. BERDESINSKI, W.: Die Naturwissenschaften, 38 (1951), 476.
2. DOELTER, C.: Handbuch der Mineralchemie, Bd. III/2, Leipzig 1918.
3. LEONHARDT, J. und BERDESINSKI, W.: Chemie der Erde, Bd. 16 (im Druck).

HELMUT G. F. WINKLER (Marburg): **Die Polymorphie des $K_2Li(AlF_6)$**
(Mit 1 Abbildung im Text)

Nach mehrtägigem Tempern oberhalb $470^\circ C$ wandeln sich rhomboedrische Kristalle des Tief- $K_2Li(AlF_6)$ (Raumgruppe $R\bar{3}m$) in eine trigonale Hoch-Modifikation (Raumgruppe $C3m$) um; andererseits gehen Kristalle der aus der Schmelze gewonnenen trigonalen Hoch-Modifikation unterhalb 470° in die rhomboedrische Struktur der Tief-Modifikation über. Es liegt also eine recht langsam verlaufende enantiotrope Modifikationsänderung vor, die derart verläuft, daß ein Einkristall nicht nur morphologisch, sondern auch strukturell ein perfekter Einkristall bleibt.

Bezeichnet man die rhomboedrische Aufeinanderfolge der drei nahezu dichtest gepackten $[K_2AlF_6]^{-1}$ Doppelkugellagen¹⁾ (welche miteinander durch Li (in oktaedrischen Lücken) verbunden sind) mit $|I\ II\ III|\ I\ \dots$, dann kann in sehr guter Näherung die Struktur der durch dreitägiges Tempern bei 550° erhaltenen Hoch-Modifikation mit $|I\ II\ III|\ I\ \dots$ symbolisiert werden, $\overset{2}{II}$ bedeutet, daß diese Doppelkugellagen um 60° (um die c-Achse) gegenüber der Position der Doppelkugellage in der rhomboedrischen Tief-Modifikation gedreht ist. Die Struktur dieser Hoch-Modifikation unterscheidet sich also von der der Tief-Modifikation dadurch, daß jede dritte Doppelkugellage um 60° verdreht ist. Die c_0 und a_0 Identitätsabstände sind bei beiden Strukturen also praktisch gleich; sie sind bei der Hoch-Modifikation nur um ca. $\frac{1}{10}$ Å größer.

In beiden Strukturen sind die Koordinationszahlen gleich, aber die Anzahl der übernächsten Nachbarn ist bei der Hoch-Modifikation kleiner als bei der Tief-Modifikation.

Man kann sich folgendermaßen den Übergang der Tief-Modifikation in die Hoch-Modifikation, d. h. die Verdrehung einer Doppelkugellage um 60° , vorstellen: Wir nehmen an, daß die thermische Energie die etwas in Richtung einer Trigyre gestreckten AlF_6 -Oktaeder in Drehschwingungen um ihre parallel der c-Achse verlaufende Trigyre versetzt. Wenn nun nur ein Oktaeder einmal eine wesentlich größere kinetische Energie als die anderen entwickelt und dabei z. B. in der bei A (Abb. 1) gekennzeichneten Pfeilrichtung kräftig schwingt, dann wird es das Oktaeder B abstoßen und ihm einen Impuls zu einer entgegengesetzten Drehrichtung verleihen; auch das Oktaeder C wird einen Drehimpuls in der angegebenen Richtung bekommen, und so wird ein Oktaeder nach dem anderen in der K_2AlF_6 -Doppelkugellage erfaßt. Nach Drehung um 60° fällt jedes F-Ion wieder in eine Potentialmulde der annähernd dichtesten Kugelpackung (d. h. in eine Vertiefung der darunter liegenden Kugellage). Wenn einmal oder eine ungerade Zahl von Malen diese gekoppelten Drehungen oder „Drehsprünge“ um 60° im jeweils angegebenen Drehungssinn ausgeführt worden sind, dann nehmen die F-Ionen genau diejenigen Positionen ein, die in jeder dritten Doppellage bei der Hoch-Modifikation eingenommen werden. Die K-Ionen, welche ohnehin recht locker an ihre 12 F-Nachbarn gebunden sind, werden dabei gleichzeitig mit über die Potentialschwelle gehoben und in der in Abb. 1 angegebenen Richtung versetzt, so daß auch sie ihre ordnungsgemäßen Positionen in der Doppelkugellage einnehmen.

Nach Temperung bei 550° ist eine geordnete Struktur erreicht, bei der jede dritte Doppellage gegenüber der rhomboedrischen Struktur der Tief-Modifikation um 60° verdreht ist. Der vorgeschlagene Mechanismus der Strukturänderung erklärt die Beobachtungen, a) daß die Umwandlung eine sehr lange Zeit von einigen Tagen benötigt und b) daß ein Einkristall durch Umwandlung als perfekter Einkristall erhalten bleibt. Daß vereinzelt eine Doppelschicht mal nicht die periodische Ordnung erfüllt, ist verständlich und kommt im monochromatischen Drehdiagramm durch nur sehr schwach angedeutete diffuse Interferenzen, besonders auf den $10 \times I$ - und $20 \times I$ -Schichtlinien 2. Art zum Ausdruck.

Die in der Schmelze bei ca. $800^\circ C$ gewachsenen, ungetemperten Kristalle der Hoch-Modifikation zeigen diese diffusen Interferenzen — wie zu erwarten war — in sehr deutlichem Maße, und außerdem treten auch zusätzliche scharfe Interferenzen zwischen den Schichtlinien auf, aus denen man eine Verdoppelung, in einigen Fällen eine Vervierfachung der c_0 -Periode berechnet.

¹⁾ WINKLER, Struktur der Tief- $K_2Li(AlF_6)$ usw., Fortschr. Mineral. usw.; dieses Heft. Heidelberger Beiträge zur Mineralogie, **3**, 297 (1952).

Die Struktur mit $c_0 = 2 \text{ mal } 13,75 \text{ \AA}$, also eine 6-Doppelkugellagen-Struktur, ist noch nicht gelöst, jedenfalls ist es keine Struktur, die man mit $I \text{ II III I II III} \dots$ symbolisieren würde, d. h. bei der jede zweite Doppelkugellage um 60° gegenüber der rhomboedrischen Tief-Modifikation verdreht wäre.

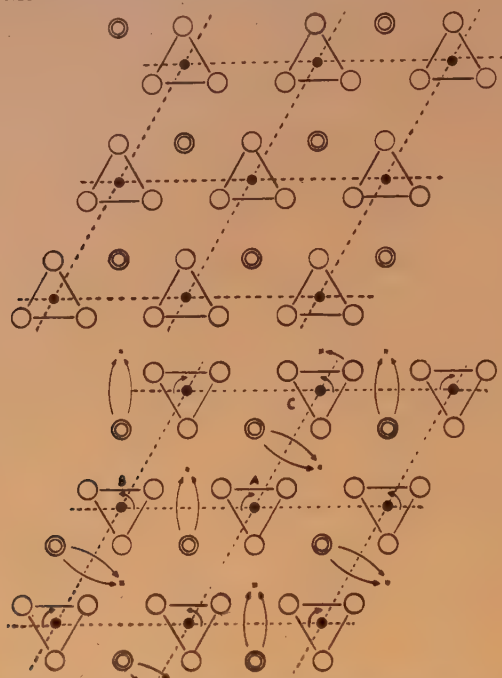


Abb. 1. Mechanismus der Positionsänderungen innerhalb einer Doppelkugellage bei der polymorphen Umwandlung.

Unten: Blick auf die Oberseite einer $(K_2AlF_6)^{1-}$ -Doppelkugellage in Richtung der c-Achse. Die parallel der Basis liegenden Dreiecksflächen der AlF_6 -Oktäeder sind skizziert. K-Positionen \odot ; F-Positionen \circ ; Al-Positionen \bullet . Die Pfeile geben die Richtung der „Drehsprünge“ um 60° an. Kreuze \times bezeichnen die Lage der K nach einem „Drehsprung“ um 60° .

Oben: Positionen der K und F, nachdem ein „Drehsprung“ um 60° ausgeführt worden ist. In der hier verwendeten Symbolik entspricht das untere Bild z. B. den Positionen II, das obere den Positionen \bar{II} .

Es ist aus dem geschilderten Vorgang der Modifikationsänderung verständlich, daß bei hohen Temperaturen eine eindimensionale Lagenfehlordnung beobachtet wird, die sich in diffusen Interferenzen besonders auf dem $10 \times l$ - und dem $20 \times l$ -Gitterstab dokumentiert, während die $000\ l$ -Interferenzen völlig scharf bleiben. — Die Beobachtungen über eindimensionale Fehlordnungen in Kristallen der bei ca. 800° entstandenen Hoch-Modifikationen des $K_2Li(AlF_6)$ müssen noch fortgesetzt werden. Es sei hier nur eine für solche Fälle typische Beobachtung erwähnt, daß die Fehlordnungserscheinungen bei verschiedenen Kristallen, die aus der gleichen Schmelze entstanden sind, verschieden sind.

Die hier mitgeteilten eindimensionalen Lagenfehlordnungen bei Kristallen des $K_2Li(AlF_6)$ sind im Vergleich zu den gleichen Erscheinungen beim Wurtzit, Karborund usw. deshalb interessant, weil beim $K_2Li(AlF_6)$ die Bindung heteropolar ist. Die Struktur ist nicht wie beim Wurtzit usw. isodesmisch, sondern mesodesmisch im Sinne der von R. C. EVANS gegebenen Definitionen²⁾.

²⁾ Die vollständige Arbeit wird demnächst in Acta Crystallographica erscheinen.

Diskussionsbemerkungen

NEUHAUS: Nach Darstellung des Vortragenden soll es für den Ablauf der polymorphen Umwandlung Tief \rightarrow Hoch genügen, wenn eine Oktaedergruppe der Mittelschicht die für eine Umordnung nötige Rotationsenergie erhält. Die Ausdehnung der Drehstellung auf alle restlichen Oktaedergruppen der Mittelpackung soll sich dann nach Art einer Kettenreaktion zwangsläufig anschließen. Nach dem MAXWELL'schen Satz der E-Verteilung ist nun anzunehmen, daß einzelne Oktaedergruppen die nötige rotatorische Bewegungsintensität schon unterhalb des U-Punktes erlangen. Dennoch werden diese Gruppen kaum Anlaß geben für eine Umordnung der gesamten Mittelschicht, weil sie viel zu kurzlebig sein dürften, um irgendeine Impfwirkung ausüben zu können. Zum Funktionieren des vorliegenden U-Mechanismus erscheint also noch die Hinzunahme einer Zeitgröße (Lebensdauer, Verweilzeit) notwendig.

VON ENGELHARDT: Nach Ihrer Deutung ist die Umwandlung so zu verstehen, daß die thermische Energie einzelner Oktaeder ein Umklappen in die neue Struktur verursacht. Um die Stabilität der Hochtemperaturstruktur zu verstehen, muß man dann fordern, daß die der Hochtemperaturmodifikation entsprechende Potentialmulde tiefer liegt als die der Tieftemperaturstruktur.

JAGODZINSKI: Ich möchte in diesem Zusammenhang auf die statistische Thermodynamik hinweisen. Offensichtlich haben wir es in diesem Falle mit Phasenumwandlungen erster Ordnung zu tun, für welche die Thermodynamik aussagt, daß der Sprung der potentiellen Energie am Umwandlungspunkt durch einen entsprechenden Sprung des Entropieglieds der freien Energie ausgeglichen wird. Eine einfache Betrachtung lehrt, daß in vielen Fällen nicht die Konfigurationsentropie, sondern die Entropie der Gitterschwingungen eine entscheidende Rolle spielen muß. Leider besteht aber eine Koppelung zwischen beiden, so daß vorerst eine theoretische Bearbeitung dieses Problems auf große Schwierigkeiten stößt. Auf keinen Fall darf man aber hier die Dynamik dieser Vorgänge aus dem Auge verlieren.

F. MACHATSCHKI (Wien): Systematik der Mineralien auf kristallchemischer Grundlage

I

Das rasch fortschreitende Eindringen in die Einzelheiten des Kristallbaues der anorganischen Stoffe hat gezeigt, daß gewisse Aufbaukenntnisse, die sich an die von A. WERNER gewonnenen Koordinationsvorstellungen anschließen, diese aber erweitern und von der ursprünglich damit verbundenen Molekülvorstellung loslösen und die erstmalig an den Silikaten gewonnen worden sind, wie erwartet, nicht diese allein betreffen, sondern daß sie von allgemeinerer Bedeutung sind, ja bis zu den Aquosalzen verfolgt werden können (Sammelberichte darüber Lit. 1 und 2). Diesen Umstand kann man sich für eine Systematik der Mineralien nutzbar machen, die sich natürlich auf die Gesamtheit der anorganischen Stoffe ausdehnen läßt. Das ist der Grund dafür, daß weiter unten zwecks Erweiterung des Beispielmaterials auch einige nichtmineralische Stoffe einbezogen werden. Nach diesen Gesichtspunkten läßt sich eine Großeinteilung in folgendem Sinne durchführen:

1. Substanzen mit einfachen Molekülgittern:

Schwefel $[S_8^{[2]}]^{[4]} r$, Eis $[H_2O]^{[4]} h$, Senarmontit $[Sb_2^{[3]}O_3^{[2]}]^{[4]} k$.

2. S. mit Kettenmolekülgittern (Ketten und Bänder):

Selen $\frac{1}{\infty} [Se^{[2]}] h$, $\frac{1}{\infty} [Se^{[3]}O^{[2]}O^{[1]}] te$, Valentinit $\frac{1}{\infty} [Si_2^{[3]}O_3^{[2]}] r$,
 $\frac{1}{\infty} [Si^{[4]}S_2^{[2]}] r$.

3. S. mit Schichtmolekülgittern:

Graphit $\frac{2}{\infty} [C^{[3]}] h$, Brucit $\frac{2}{\infty} [Mg^{[6]}(OH)_2^{[8]}] h$,

Kaolin $\frac{2}{\infty} \{Al_2^{[6]}(OH)_4[Si_2^{[4]}O_5]\} trk$.

4. S. mit dreidimensionalen Koordinationsgittern (das Zeichen ∞ wird hier zweckmäßigerweise weggelassen und für die Untergruppe mit dreidimensionalen Komplexen reserviert, da dreidimensionale Koordinationsgitter bei anorganischen Stoffen die Regel sind):
- a) Elemente und Verbindungen $A_x B_y$:
 Kupfer $\text{Cu}^{[12]}_k$, Steinsalz $\text{Na}^{[6]}_k \text{Cl}^{[6]}_k$, Quarz $\text{Si}^{[4]}_2 \text{O}_2^{[2]}$ trig,
 Korund $\text{Al}_2^{[6]} \text{O}_3^{[2]}$ rd.
- b) S. mit Inselkomplexen:
- a) mit einkernigen Komplexen:
 Olivin $\text{Mg}_2^{[6]} [\text{Si}^{[4]}_2 \text{O}_4]_r$, Titanit $\text{Ca}^{[7]} \text{Ti}^{[6]} \text{O} [\text{Si}^{[4]}_2 \text{O}_4]_m$,
 Sc $^{[6]} [\text{B}^{[3]}_3 \text{O}_3]_r$, $\text{K}_2^{[12]} [\text{Pt}^{[6]} \text{Cl}^{[6]}]_k$, Kryolith $\text{Na}_3^{[6]} [\text{Al}^{[6]} \text{F}_6]_m$.
- β) mit zweikernigen Komplexen:
 Åkermanit $\text{Ca}_2^{[8]} \text{Mg}^{[4]} [\text{Si}^{[4]}_2 \text{O}_7]_t$, $\text{Mg}_2^{[6]} [\text{B}_2^{[3]} \text{O}_5]_m$,
 $[\text{Sr}_2^{[6]} (\text{H}_2\text{O})_{10}] [\text{Ni}^{[4]} (\text{CN})_4]_2$, Hurlbutit $\text{Ca}^{[8]} \text{Be}^{[4]} \text{O} [\text{P}_2^{[4]} \text{O}_7]_r$
- γ) mit dreikernigen Komplexen:
 Wollastonit $\text{Ca}_3^{[6]} [\text{Si}_3^{[4]} \text{O}_9]_t$, $\text{K}_3^{[7]} [\text{B}_3^{[3]} \text{O}_6]_r$ rd.
- δ) mit vierkernigen Komplexen:
 $\text{Al}_4^{[6]} [\text{P}_4^{[4]} \text{O}_{12}]_3$ k.
- ε) mit fünfkernigen Komplexen:
 evt. Zunyt $\text{Al}_{12}^{[6]} \text{Al}^{[4]} \text{O}_4 (\text{OH}, \text{F})_{18}$ $\text{Cl} [\text{Si}_5^{[4]} \text{O}_{16}]_k$, $\text{K}^{[8]} \text{H}_8 \text{O}_2 [\text{B}^{[4]}_4 \text{B}_4^{[3]} \text{O}_{10}]_r$.
- η) mit sechskernigen Komplexen:
 evt. Beryll $\text{Al}_2^{[6]} \text{Be}_3^{[4]} [\text{Si}_6^{[4]} \text{O}_{18}]_h$.
- θ) mit zwölfkernigen Komplexen:
 evt. Milarit $\text{K Ca}_2 (\text{Al}, \text{Be})_3^{[4]} [\text{Si}_{12}^{[4]} \text{O}_{36}]_h$.
- c) S. mit Kettenkomplexen (Ketten und Bänder):
 Enstatit $\frac{1}{\infty} \text{Mg}^{[6]} [\text{Si}^{[4]}_2 \text{O}_3]_r$, Pseudobrookit $\frac{1}{\infty} \text{Fe}_2^{[6]} [\text{Ti}^{[6]} \text{O}_2]_r$,
 Trippkeit $\frac{1}{\infty} \text{Cu}^{[6]} [\text{As}_2^{[3]} \text{O}_4]_t$, Anthophyllit $\frac{1}{\infty} \text{Mg}_7^{[6]} (\text{OH})_2 [\text{Si}_9^{[4]} \text{O}_{22}]_r$,
 Julienit $\frac{1}{\infty} [\text{Na}_2^{[6]} (\text{H}_2\text{O})_8] [\text{Co} (\text{NCS})_4]_t$, $\frac{1}{\infty} [\text{Sr}^{[9]} (\text{H}_2\text{O})_6] \text{Cl}_2$,
 $\frac{1}{\infty} \text{Ti}_2^{[6,4]} [\text{Al}^{[6]} \text{F}_5]_r$, $\frac{1}{\infty} \text{Ca}^{[8]} [\text{B}_2^{[3]} \text{O}_4]_r$.
- d) S. mit Schichtkomplexen:
 Muskovit $\frac{2}{\infty} \text{K}^{[12]} \{ \text{Al}_3^{[6]} (\text{OH})_2 [\text{Si}_3^{[4]} \text{Al}^{[4]} \text{O}_{10}] \}_m$, $\frac{2}{\infty} \text{K}^{[8]} [\text{Al}^{[6]} \text{F}_4]_r$
 Torbernit $\frac{2}{\infty} \text{Cu} \{ [\text{U}^{[6]} \text{O}_2]_2 [\text{PO}_4]_2 \} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ te, $\frac{2}{\infty} \text{Ti}^{[8]} [\text{Al}^{[6]} \text{F}_4]_r$.
 Chiolith $\frac{2}{\infty} \text{Na}_6 [\text{Al}_3^{[6]} \text{F}_{14}]_t$
- e) S. mit Gerüstkomplexen:
 Sodalith $\frac{3}{\infty} \text{Na}_4^{[6+1]} \text{Cl} [\text{Si}_3^{[4]} \text{Al}^{[4]} \text{O}_{12}]_k$, Perowskit $\frac{3}{\infty} \text{Ca}^{[12]} [\text{Ti}^{[6]} \text{O}_3]_k$ m.
- f) Amorphe S.:
 Lechatelierit $\text{Si}^{[4]}_2 \text{O}_2^{[2]}$ am, Opal p. p. $\text{Si}^{[4]}_2 \text{O}_2^{[2]} \cdot x \text{H}_2\text{O}$ am
 Sauerstoffgas $[\text{O}_2]_a$, Wasser $[\text{H}_2\text{O}]_a$.

Für die Unterteilung können verschiedene Gesichtspunkte herangezogen werden, u. a.: Koordinationszahlen, Bindungsarten zwischen Molekülen (1—3) und, innerhalb der dreidimensionalen Koordinationsgitter (4); etwa vorhandene Anionen zweiter Art und Wassermoleküle, nicht zuletzt die in II streng zur Durchführung kommenden Einteilungsprinzipien.

II

Der II. Vorschlag geht in den Anfängen auf die erstmalig von G. ROSE in Betracht gezogenen Isomorphiebeziehungen zurück. Das hier verwendete Einteilungsgrundsprinzip wurde später in steigendem Umfange in Anwendung gebracht, so z. B. von H. STRUNZ in seinen Tabellen, (L. FRONDEL (im neuen Dana), am konsequentesten von R. W. G. WYCKOFF in seinen „Crystal Structures“ und von E. BRANDENBERGER (Lit. 3), ohne daß es bisher speziell für die Mineralien unter Verzicht auf Ressentiments streng durchgeführt worden wäre, auf welche Notwendigkeit Verf. bei vielen Gelegenheiten hingewiesen hat. Naturgemäß ist auch dieses Prinzip auf die Gesamtheit der anorganischen Stoffe ausdehnbar, setzt aber zum Zwecke der Erreichung der Vollständigkeit noch beträchtliche Erweiterungen in der Kenntnis der Kristallstrukturen voraus. Jedenfalls handelt es sich um ein künstliches System, in welchem jedem Stoff sein ganz bestimmter Platz zugewiesen werden kann und das eine zweckmäßige Handhabung einer binären Nomenklatur, wie sie in der Biologie verwendet wird, gestattet. Voraussetzung für die Einreihung in dieses System sind: 1. Kenntnis der kristallchemischen Pauschalformel (allgemeinen Summenformel). 2. Kenntnis des Strukturtyps, der in Verbindung mit 1. die Aufstellung einer Strukturformel gestattet. 3. Überblick über die Möglichkeiten von Mischkristallbildungen bei gewöhnlicher Temperatur. Ein solches System wird ohne Anspruch auf Vollständigkeit vom Verf. in einem Anhang zu einer speziellen Mineralogie (Springer, Wien) aufgestellt. Innerhalb der Klassen (Formeltyp) und Familien (Strukturtyp) wird auf den Bindungscharakter nur in der Reihung Rücksicht genommen sein. Eine darauf beruhende Unterteilung in Unterklassen und Unterfamilien, so wünschenswert dies sonst wäre, kann wegen der stetigen Übergänge zwischen den Bindungstypen und Überlagerung derselben nicht durchgeführt werden. Amorphe Mineralien werden, sofern sie überhaupt formelmäßig erfaßt werden können, jeder Klasse als letzte Familie angeschlossen, sonst in einem Anhang zusammengefaßt. Mineralien ohne und mit Hydratwasser und die als organische Verbindungen zu betrachtenden bilden drei große übergeordnete Gruppen.

Jede Ordnung umfaßt alle Mineralien mit gleicher Anzahl von kristallchemisch verschiedenen Bestandteilen: z. B. A, $A_x B_y$, $A_x B_y C_z$...

Jede Klasse (Formeltyp) umfaßt alle Mineralien mit demselben Verhältnis der kristallchemisch verschiedenen Bestandteile (Pauschalformel). Z. B. in Ordnung $A_x B_y$: AB, AB_2 , (A_2B) , AB_3 , A_2B_3 ...

Jede Familie (Strukturtyp) umfaßt alle Mineralien mit demselben Idealstrukturtyp, d. h. ohne Berücksichtigung etwaiger Abweichungen von der Summenformel durch Übernormal- oder Unternormalbesetzungen des Gitters. Ihr kommt somit die Strukturformel zu. Z. B. in Klasse AB: $A^{[6]}B^{[6]}$ k, $A^{[6]}B^{[4]}$ h, $A^{[4]}B^{[4]}$ k, $A^{[4]}B^{[4]}$ h ... oder in Klasse ABC_3 : $A^{[9]}[B^{[3]}C_3]$ r, $A^{[6]}B^{[6]}C_3$ rd, $A^{[6]}[B^{[3]}C_3]$ rd, $\frac{1}{\infty} A^{[6]}[B^{[4]}C_3]$ r, $\frac{3}{\infty} A^{[12]}[B^{[6]}C_3]$ k ...

Die Anordnung der Familien in den einzelnen Klassen erfolgt nach fallender oder steigender Koordinationszahl und, soweit notwendig, in einer Unterteilung in dreidimensionale Koordinationsgitter, bzw. solche mit Insel-, Ketten-, Schicht- und Gerüstkomplexen, anschließend in Einfach-, Ketten- und Schichtmineralien, also auf Grund der unter I. gemachten Vorschläge.

In jeder Familie bilden die einfachen Verbindungen (Arten), die untereinander Mischkristalle bilden, mit den verschiedenen Mischkristallen (Varietäten¹⁾) eine Gattung.

Magnetit $MgCO_3$: Ordnung $A_x B_y C_z$; Klasse ABC_3 ; Familie $A^{[6]}[B^{[3]}C_3^{[1+2]}]$ rd; Gattung (Mg, Fe, Mn ...) $[C^{[3]}O_3^{[1+2]}]$ rd; Art Magnetit $Mg^{[6]}[C^{[3]}O_3^{[1+2]}]$ rd.

¹⁾ Varietäten mit besonderen Namen zu belegen ist, von einem Ausnahmefall abgesehen (Plagioklasse wegen ihrer überragenden Rolle in der Kennzeichnung der Eruptivgesteine), überflüssig; man kommt da nach den Vorschlägen des Verf. und W. T. SCHALLER's gut mit Zubenennungen zum Artnamen aus; z. B. Magnesitpat, eisen- bzw. manganhaltig (oder beides!) (mit 2–10% $FeCO_3$, bzw. $MgCO_3$) und Eisen- bzw. Mn-reich (mit 10–50% $FeCO_3$, bzw. $MnCO_3$); in analoger Weise: Eisenspat, magnesium- und manganhaltig, und magnesium- und manganreich!

Enstatit MgSiO_3 : dieselbe Ordnung und Klasse; Familie $\infty \text{Mg}^{[6]}[\text{Si}^{[4]}_3\text{O}_9]$ r; Gattung $\infty (\text{Mg}, \text{Fe})^{[6]}[\text{Si}^{[4]}_3\text{O}_9]$ r; Art Enstatit $\text{Mg}^{[6]}[\text{Si}^{[4]}_3\text{O}_9]$ r.

Die Hydrate werden in gleicher Weise eingeteilt wie die wasserlosen Verbindungen.

Literatur

1. A. TOVBERG-JENSEN, A.: Kristallinske Salthydrater. Kjöbenhavn 1948.
2. MACHATSCHKI, F.: Radex-Rundschau 1952, 76.
3. BRANDENBERGER, E.: NIGGLI-Festband der Schweiz. Min. u. Petr. Mitt. 1948, 246.

KARL JASMUND (Göttingen): Löslichkeitsversuche am System $\text{KCl-H}_2\text{O}$ im überkritischen Temperaturgebiet

Ein wichtiges Problem der Petrologie ist der Transport von gasförmig gelöstem Material bei überkritischen Temperaturen. Diese gasförmige Lösung ist, verglichen mit einer flüssigen Lösung, auch bei feinporigen Gesteinen leichter beweglich. Sie wird bei Konzentrationsverschiebungen bis zur Einstellung eines neuen Gleichgewichtszustandes mit dem Gestein stärker reagieren, so daß ihr für die Metamorphose große Bedeutung zukommt.

Der Zweck dieser Untersuchungen soll zunächst sein, den Einfluß von Druck und Temperatur auf die Löslichkeit eines Salzes, im vorliegenden Fall Kaliumchlorid, in überkritisch erhitztem Wasser zu ermitteln. Die vielfach angewandte Methode, die gasförmige Salzlösung im Autoklaven selbst zu kondensieren und getrennt aufzufangen, erwies sich für diese quantitativen Messungen als unbrauchbar. Statt dessen wurde nach Einstellung des Löslichkeitsgleichgewichts bei bestimmtem Druck und bestimmter Temperatur ein Teil der gasförmigen Salzlösung aus dem 1 Liter fassenden V2A-Autoklaven über ein besonderes Gasauslaßventil in ein gekühltes V2A-Rohr gepreßt. Hierbei wurden jeweils 10 ccm als flüssige Lösung abgetrennt und auf den Salzgehalt untersucht. Bei jeder Probenahme sinkt der Druck im Autoklaven um einen bestimmten Betrag ab. Nach Abwarten der jeweiligen Gleichgewichtseinstellung unter dem neuen Druck und derselben Temperatur konnte die nächste Probe entnommen werden.

Verschiedene Fehlerquellen wurden diskutiert, z. B. die Dauer der Gleichgewichtseinstellung beim Anheizen und nach den Probenahmen, die Möglichkeit, daß bei der Probenahme auch rein mechanisch Salz mitgerissen wird. Bei Änderung der eingefüllten Salzmenge ergab sich jedoch keine Änderung in den Löslichkeitswerten.

Von den zahlreichen experimentellen Schwierigkeiten seien besonders erwähnt die Konstanz der Temperatur aller mit der Gasphase in Berührung stehenden Metallteile und die Herstellung eines Gasauslaßventils, das nach Aufheizung bis 500° nach wiederholtem Öffnen und Schließen noch einwandfrei dicht sein muß.

Die nach jeder Probenahme im Gas auffangrohr kondensierte Lösungsmenge bis zu Drucken von etwa 120 atü herunter wurde chemisch auf den KCl-Gehalt geprüft. Bei niedrigeren Drucken, d. h. entsprechend geringerem Salzgehalt, wurde eine radioaktive Bestimmungsmethode mit künstlich radioaktivem Kalium (K^{41}) im Gemisch mit natürlichem Kalium verwendet. Wegen der geringen Halbwertszeit konnten die Messungen nur zur Fortsetzung der 500°-Löslichkeitskurve ausgeführt werden, allerdings bis zu Drucken von 20 atü herab. Die eingestellten Versuchstemperaturen waren 400°, 450°, 475°, 500°, der jeweilig durchgemessene Druckbereich reichte von 300 atü abwärts bis durchschnittlich 120 atü.

Die erhaltenen Ergebnisse (dargestellt in einem p, log L-Diagramm) zeigen, daß die Löslichkeit L bei den 400°-Versuchen mit dem Druck p besonders stark zunimmt (bei 120 atü etwa 10 g/ccm, bei 230 atü 10³ g/ccm). Die 500°-Löslichkeitskurve verläuft von 0,025 g/ccm bei 20 atü, über 15 g/ccm bei 150 atü nach 300 g/ccm bei 300 atü. Die Löslichkeitskurven für 450 und 475° liegen zwischen den beiden Grenzkurven. Insgesamt wurden etwa 160 Einzelmessungen für diese Kurven ausgewertet.

Bei gleichem Druck löst sich also bei 400° bedeutend mehr KCl als bei 500°. Diese zunächst sonderbare Feststellung findet eine Erklärung, wenn nicht der Druck p, sondern die Dichte ρ als maßgebend für die Löslichkeit angesehen wird. Die 500°-

Löslichkeitskurve liegt jetzt über der 400°-Kurve, weil mit Einführung der Dichte neben dem äußeren Druck p auch der sogenannte innere Druck, d. h. die Zunahme der zwischenmolekularen Bindungskräfte mit Annäherung an die kritische Temperatur mitberücksichtigt wird. Die Umzeichnungen (ρ statt p als Abszisse) wurden vorgenommen unter der Voraussetzung, daß für verdünnte Salzlösungen noch die p -, ρ -, t -Beziehungen für reines Wasser anwendbar sind (KENNEDY 1950a). Für den untersuchten Druckbereich bis 300 atü erhält man in einer doppeltlogarithmischen Darstellung ($\log \rho$, $\log L$) für die 400°- und 500°-Löslichkeitskurven mit ziemlicher Annäherung gerade Linien, so daß L und ρ in folgender Beziehung zueinander zu stehen scheinen: $L = \text{const } \rho^n$. n ist hiernach eine Stoffkonstante, die bei KCl nicht oder anscheinend nur sehr wenig von der Temperatur abhängt ($n \sim 3.2$), bei SiO_2 unter Verwendung der KENNEDY'schen Löslichkeitswerte (KENNEDY 1950b) allerdings deutlich ($n_{400^\circ} \sim 2.25$, $n_{500^\circ} \sim 1.73$). Der Einfluß der Dichte auf die Löslichkeit ist also erheblich. Demgegenüber ist die Erhöhung der Löslichkeit mit der Temperatur — bei gleicher Dichte — sehr klein ($L \sim e^{0.1 \cdot t}$).

Auf mögliche Anwendungen dieser Erkenntnisse auf die Natur kann hier nicht im einzelnen eingegangen werden. Man könnte z. B. die plötzliche Druckentlastung durch das plötzliche Aufreißen von Spalten direkt mit dem Autoklavenversuch vergleichen. Durch die Druckentlastung wird die überkritische, gesättigte Gasphase (im Autoklaven bzw. im Speichergestein) übersättigt. Gelöstes Material wird sich nicht nur im Speichergestein selbst, sondern auch während des Transportes der Gasphase vom Gebiet höheren Druckes zu dem niederen Druckes in dem durchströmten Gestein ausscheiden.

Die ausführliche Arbeit mit weiteren Literaturangaben erscheint demnächst in den Heidelberger Beiträgen für Mineralogie und Petrographie.

Literatur

- KENNEDY, G. C., 1950a, American Journal of Science, **248**, 540.
— 1950b, Economic Geology, **45**, 629.

Diskussionsbemerkungen

NIELSEN: Die Untersuchungsergebnisse bringen vielleicht auch offene Fragen aus der Frühgeschichte unserer Erde einer Lösung näher. Bekanntlich teilt man die vor-geologische Zeit in eine „anhydriische“ und eine „hydriische“ Epoche ein, wobei als Grenze das Einsetzen der Erosion — praktisch des ganzen exogenen Kreislaufes — angenommen wird. Während die Temperaturen dabei von 365 bis herab zu 100° angegeben werden, lassen die Autoklaven-Versuche gerade oberhalb der kritischen Temperatur die größte Intensität der Kreislaufprozesse erwarten. Überhaupt stellt ja die kritische Temperatur nur bei unterkritischem Druck einen Grenzwert dar, und da bei einem Bodendruck der Wasser-Luft-Hülle von 250 Atmosphären sicher in einer mehrere 100 m mächtigen Schicht überkritischer Druck herrschte, so wäre an sich mit einer kontinuierlichen Fort-Existenz von „Wasser“-Ansammlungen aus jener Zeit zu rechnen. Brauchbare Abschätzungen über die wirklichen Verhältnisse müssen den Lösungsinhalt dieses überkritischen Wassers berücksichtigen, erfordern also die Kenntnis weiterer — auch komplizierter — überkritischer Systeme. Es darf aber vermutet werden, daß die Beladung mit Lösungsgut bis zur Verwischung der Grenze fest — gelöst oder an anderen Stellen zur „Sedimentation“ kristalliner Gesteine mit (primärer!) Paralleltexur führen konnte.

Der heutige geringe Salzgehalt des Meerwassers scheint zwar diesen Annahmen genau so zu widersprechen wie einer bei 365° (KAYSER, KALLE u. a.), 170° (QUIRING) oder 100° angenommenen Bildungstemperatur der Urozeane, läßt sich aber — wenn auch unter ziemlich willkürlichen Annahmen bezüglich der leichtlöslichen Anionen und Kationen — durch fast quantitative Ausfällung des primären Lösungsgutes deuten.

R. PIERUCCINI (Messina): Über die chemische Zusammensetzung und das thermodynamische Verhalten der feuerfesten Erden von Altopascio bei Lucca (Toscana) und ihre Bedeutung für die Erklärung der Kaolinitbildung
(Vgl. Ref. i. d. Acta Albertina Ratisbonensia, **20**, 1951/52, H. 2, 208—209.)

F. LIPPMANN (Göttingen): Erfahrungen mit der Differentialthermoanalyse (DTA)

Mit Hilfe der DTA. lassen sich Reaktionstemperaturen an Hand der verbrauchten bzw. freiwerdenden Wärme bestimmen, indem die zu untersuchende Substanz zusammen mit einem inerten Material erhitzt wird und zwischen beiden dauernd die Temperaturdifferenz gemessen wird. Die DTA. erlaubt, neben den Röntgenmethoden die sehr feinkörnigen Tonminerale durch die Entwässerungstemperaturen zu bestimmen.

Die Proben befinden sich in Bohrungen in einem Nickelblock, dessen Temperatur in einem elektrischen Röhrenofen mit der Zeit linear erhöht wird. Die Temperaturdifferenz wird mit einem Pallaplat-(AuPd/PtRh) Differentialthermoelement über ein Spiegelgalvanometer photographisch registriert.

Am Beispiel der feuerfesten Tone von Großalmerode und des Septarientons von Oberkaufungen wird gezeigt, daß die DTA. ohne Zuhilfenahme von Röntgenuntersuchungen keine eindeutigen Resultate liefert. Trotzdem stellte die DTA. bei der Tonuntersuchung eine wertvolle Ergänzung der Röntgenmethoden dar.

Der Vortrag ist in ausführlicher Form in dem Aufsatz „Mineralogische Untersuchungen an einigen niederhessischen Tertiärtonen (mit besonderer Berücksichtigung der Differentialthermoanalyse)“ enthalten, der in den „Heidelberger Beiträgen für Mineralogie und Petrographie“, Bd. 3, H. 3, S. 219 ff. (1952) erschienen ist.

Diskussionsbemerkungen

MEIXNER: Ich habe die Differentialthermoanalysen an rhomboedrischen Karbonaten insbesondere an zahlreichen Proben vom steirischen Erzberg durch amerikanische Autoren sorgfältig verfolgt. Die Ergebnisse stimmen mit unseren optischen Untersuchungen bei Gegenwart von nebeneinander mehreren rhomboedrischen Karbonaten oft sehr schlecht. Wir können z. B. das Mitvorkommen von 20–30% Magnesit neben Siderit usw. usw. nicht bestätigen. Bei optisch erfaßbaren Karbonatgemengen scheint die optische Untersuchung (n_e , n_o , Zwillingslamellierung) viel verlässlichere Ergebnisse zu ergeben.

LIPPMANN: Bei gröbkörnigen Mineralen, die sich leichter optisch untersuchen lassen, ist die optische Methode der DTA. auf alle Fälle vorzuziehen.

PILLER: Einige der angeführten Fett-Tonproben wurden im Polarisationsmikroskop nach dem Phasenkontrastverfahren untersucht. Dabei konnte u. a. das Vorkommen von fireclay-Teilchen bestätigt werden.

W. KLEBER (Bonn): Zur Kritik der morphologischen Raumgruppenbestimmung (Mit 1 Tabelle im Text)

Als quantitative Konsequenz des allgemeinen Korrespondenzprinzips von Morphologie und Struktur resultiert die BRAVAIS'sche Regel, in der die Korrelation zwischen den Rangordnungen des Formensystems und der Vektoren im reziproken Gitter postuliert wird. Da bei der ursprünglichen Konzeption von BRAVAIS lediglich die einfache P-Zelle und ihre Metrik berücksichtigt wird, durfte von vornherein keine weitgehende Beziehung zum morphologischen Typus erwartet werden. Später hat man versucht, den Begriff der Netzebenenbelastung auf homogene Gitterkomplexe auszuweiten. Aber auch da bleibt erfahrungsgemäß die Übereinstimmung in den Rangordnungen von Persistenz und Belastung nur mangelhaft (1). Ohne Zweifel liegt dies wesentlich daran, daß der Belastungsbegriff für Gitterkomplexe nicht hinreichend eindeutig gefaßt werden kann.

Die Schwierigkeiten, die bei einer konsequenten Berücksichtigung der Gesamtelastungen zu beobachten sind, haben DONNAY und HARKER (2) zu vermeiden versucht, indem sie das BRAVAIS'sche Prinzip unter Einbeziehung der Translationsgruppen und kombinierten Translationsoperationen erweiterten. Da sich beide Strukturelemente in allgemeinen bzw. speziellen Auslöschungsgesetzen dokumentieren, war damit eine Relation zwischen morphologischem Typus und röntgenographisch bestimmbarer Raumgruppe gegeben. Wegen des Verfahrens im einzelnen kann auf die Arbeiten von DONNAY und Mitarbeitern hingewiesen werden.

Strukturbestimmungen an Phosphaten haben uns die Möglichkeit gegeben, das DONNAY-HARKER-Prinzip auf weitere Fälle anzuwenden und die Ergebnisse kritisch zu diskutieren.

Reddingit, dessen Struktur und Morphologie von P. EVERSHEIM (3) eingehend untersucht wurde, zeigt in der a-Achsenzone (012) gegen (011) dominant, also eine Verschiebung nach c! Die Zone [010] weist in ihrer morphologischen Entwicklung auf eine gewöhnliche Spiegelebene m hin. Schließlich findet sich in der c-Achsenzone neben (100) und (010) als einzige Form (120), während (110) völlig fehlt: Verschiebung nach b! Demnach ergibt sich morphologisch als Raumgruppe für Reddingit $P_{cmb} — D_{2h}^{11}$ —, in völliger Übereinstimmung mit den röntgenographisch ermittelten Auslöschungsgesetzen.

Phosphophyllit wurde ebenfalls strukturell und morphologisch untersucht. Röntgenographisch ergab sich die Raumgruppe zu $C_{2h}^5 — P_{21/a}$ (4). Diese Raumgruppe kann unmittelbar aus dem morphologischen Typus abgeleitet werden.: Die Form (010) fehlt völlig. (201) hat gegenüber (101) und (101) deutlich größeres Gewicht.

Ganz anders nun liegen die Verhältnisse beim Hopeit. Morphologisch sind hier keine Hinweise auf die Raumgruppe $D_2^4 — P_{212121}$ bzw. $D_{2h}^{16} — Pmnb$ (4) festzustellen. Der Rang der Formen (100), (010) und (001) entspricht sicher nicht dem Vorhandensein zweizähliger Schraubungsachsen. Wie zuerst UNGEMACH (5) beobachtet hat, liegt beim Hopeit eine Tendenz zur C_{2h} — Symmetrie mit a als zweizähliger Achse vor. Aber die röntgenographisch feststellbaren Auslöschungsgesetze stehen auch mit dieser monoklinen Symmetrie in Widerspruch. D. h. das DONNAY-HARKER-Verfahren versagt in diesem Falle vollständig. Es soll an dieser Stelle nicht ausführlicher auf die ausgesprochene Diskrepanz zwischen morphologischer und struktureller Symmetrie eingegangen werden. Nur so viel sei gesagt, daß beim Hopeit die Annahme einer Umwandlung nahegelegt wird. Damit bietet sich das DONNAY-HARKER-Verfahren als Möglichkeit an, über die Raumgruppe der ursprünglichen Struktur Aussagen zu gewinnen.

Weitere Phosphatkristallarten werden z. Z. noch in ihrer morphologisch-strukturellen Korrespondenz diskutiert. Die Ergebnisse sollen in einer ausführlicheren Veröffentlichung an anderer Stelle mitgeteilt werden.

Es ist interessant, einmal die Korrelation zwischen Morphologie und Struktur bei einer isomorphen Reihe zu verfolgen. In diesem Zusammenhang sei auf die Aragonitgruppe hingewiesen (Raumgruppe: $Pmnc$), bei der insbesondere die Unterschiede, die sich für die einzelnen Glieder der Reihe ergeben, erwähnenswert sind. So findet man u. a. für Aragonit morphologisch (011) gegen (021) dominierend, für Cerussit ist es umgekehrt. Es dürfte sich lohnen, in einer solchen Gruppe einmal der Bedeutung des Bindungscharakters oder besser der Elektronendichteverteilung in ihrer morphologischen Auswirkung nachzugehen.

Ein letztes Beispiel soll uns zeigen, wie stark grundsätzlich die Diskrepanzen zwischen morphologischem und strukturellem Typus sein können. Cuprit — schon vor Jahren morphologisch gründlich bearbeitet (6) — besitzt die Raumgruppe $O_h^4 — Pn3m$. Es wurde folgende morphologische Rangordnung festgestellt: (111), (110), (100), (211), (221). Demgegenüber ergibt sich nach DONNAY-HARKER die Folge: (110), (111), (100) usw. Daß (111) und (110) miteinander in Konkurrenz treten, ist zu erwarten: Cu bildet im Cuprit ein F_4 , O für sich ein I-Gitter. Trotzdem überwiegt (111) mit einer mittleren Persistenz von fast 90% weit alle anderen Formen. (110) dagegen steht in der Gesamtbelastung an erster Stelle.

Ausgehend vom DONNAY-HARKER-Prinzip lag es nun nahe, die absoluten Strukturamplituden als maßgeblich für die Rangordnung der Netzebenen in die Waagschale zu werfen (vgl. z. B. (7)). Das würde zunächst tatsächlich eine entscheidende Hervorhebung für das Cuprit-Oктаeder bedeuten. Für die übrigen Formen treten dann allerdings Komplikationen auf, wenn nur die Folge der absoluten Strukturamplituden berücksichtigt wird. Dagegen gelangt man beim Cuprit zu einer ganz guten Übereinstimmung mit dem beobachteten statistischen Material, wenn man für das strukturelle Gewicht den Ausdruck

$$(K + |F|) / S^2$$

einsetzt (vgl. Tab.). K bedeutet eine Konstante, F die Strukturamplitude und S die Maschenweite.

Cuprit

Form	(111)	(110)	(100) (200)	(211)	(221)
Persistenz	89	71	67	40	15
Gesamtbelastung	4,19	5,18	3,64	2,96	1,22
S^2	3	2	4	6	9
$(K + F)/S^2$	391	310	125	103	56

Das Problem, das bei der morphologischen Diskussion der Raumgruppe vorliegt, ist nicht eigentlich die Deutung der Abweichungen. Sie sind zu selbstverständlich, als daß noch viel dazu gesagt werden müßte. Auf der einen Seite stehen die prinzipiellen Bedenken gegen die morphologisch-statistische Methode. Der Einfluß der Milieufaktoren auf den Wachstumsprozeß nähren solche Bedenken. Andererseits ist in zahlreichen Untersuchungen — in erster Linie von NIGGLI — gezeigt worden, daß trotz der Abhängigkeit der Wachstumsgestalten von Entstehungsbedingungen und Fundort die Häufigkeitszahlen typencharakteristischen Werten zustreben. Auf der strukturellen Seite sind die Einwände nicht weniger ernsthaft (7). Die reelle Kristallfläche entspricht wohl kaum der ideal gebauten Netzebene — auch statisch gesehen nicht. Im übrigen ist die Belastung eine rein geometrische Größe, bei der physikalische Faktoren (etwa Bindungscharakter, Bindungsintensitäten) nicht in Rechnung gestellt sind. Doch ist in dieser Richtung vielleicht weiterzukommen, wenn die Elektronendichteverteilung — zunächst versuchsweise in Form der absoluten Strukturamplitude — berücksichtigt wird.

[Anm.: In einem Schreiben, das durch die Ankündigung des Vortrags ausgelöst wurde, teilte mir J. D. H. DONNAY lebenswürdigerweise seine Meinung zum Thema mit, die grundsätzlich in der gleichen Richtung liegt, wie es die Ausführungen zeigen. DONNAY verweist dabei auch auf die wichtige Arbeit von HARTMAN und PERDOK (8)].

Literatur

1. KLEBER, W.: Fortschr. Min., **21**, 1937, 169.
2. DONNAY, J. D. H. and HARKER, D.: Amer. Min., **22**, 1937, 446.
3. EVERSHEIM, P.: Diss. Bonn 1952.
4. WOLFE, C. W.: Amer. Min., **24**, 1939, 194; **25**, 1940, 795.
5. UNGEMACH, H.: Bull. soc. min. franc., **33**, 1910, 132.
6. KLEBER, W. und SCHROEDER, R.: N. Jb. Min., **BB**, **69**, A 1935, 364.
7. WELLS, A. F.: Phil. Mag., (7) **37**, 1946, 217.
8. HARTMAN, P. and PERDOK, W. G.: Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Van Wetenschappen. — Amsterdam, B **55**, No. 2, 1952.

Zur Durchführung der angegebenen Strukturuntersuchungen sind Apparaturen verwendet worden, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung gestellt wurden. Hierfür sei auch an dieser Stelle gedankt.

Diskussionsbemerkungen

RAMDOHR: Herr KLEBER machte aufmerksam auf Widersprüche zwischen der statistischen Persistenz und der theoretisch zu erwartenden Flächenentwicklung bei Cuprit. Cuprit ist ein Beispiel, wie sich die Zufälligkeit der im Schrifttum enthaltenen Messungen und Flächenstatistiken auswirken kann. Tatsächlich sind in manchen Vorkommen bei Cuprit (110) und (100) ganz entschieden herrschend.

KLEBER: Bemerkenswerte Unstimmigkeiten bei der morphologischen Raumgruppenermittlung ergeben sich nicht nur beim Cuprit, sondern bei einer größeren Zahl von kubischen (und besonders einfach gebauten) Kristallarten. Es ist auffallend, daß vorwiegend kompliziert struierte Kristalle gut dem DONNAY-HARKER-Prinzip gehorchen.

JOH.-E. HILLER (Berlin-Charlottenburg): Zur Kristallchemie ferromagnetischer Sulfidminerale

Ferromagnetismus ist eine Kristalleigenschaft, als dessen Träger nur das Raumgitter in Frage kommt. Die zweite Voraussetzung ist atomphysikalischer Art und bezieht sich auf den Elektronenbau der am Aufbau des ferromagnetischen Stoffes beteiligten Atome und der daraus resultierenden Gitterbindungsenergie. Ferromagnetismus tritt nur dann auf, wenn die Spins der Elektronen parallel gerichtet sind, d. h. wenn das Austauschintegral positiv ist. Hierzu muß — wie bei den Übergangselementen — eine unabgeschlossene Elektronenschale vorhanden und außerdem der Kernabstand der Atome im Gitter im Verhältnis zum Radius der unabgeschlossenen Elektronenschale groß sein. Die Erfahrung hat an Elementgittern gezeigt, daß das Austauschintegral positiv wird, wenn der Quotient Gitterabstand/Radius (Schale) den Wert 3 überschreitet. Dieses ist zwischen Mn und Fe der Fall. Mn ist nur dann ferromagnetisch, wenn das Gitter durch Einlagerung von N, P, As, Sb, Bi aufgeweitet wird. Neben der Vergrößerung des Abstandes benachbarter Metallatome tritt aber bei der Einlagerung von Metalloiden oder beim Hinzulegiere von anderen Metallen auch eine zumindest partielle Änderung im Bindungszustand des Gitters auf, die sich bisher nur in wenigen Fällen übersehen läßt. Da wir es bei den Mineralen vorwiegend mit Chalkogeniden zu tun haben, darf diese Tatsache nicht außer acht gelassen werden. Es zeigt sich auch, daß der oben erwähnte Quotient 3 uns hier keinen Anhalt mehr zu geben vermag, da infolge der Größe der zwischengelagerten Metalloide dieser Wert in fast allen Fällen erreicht wird.

Beim Cubanit (1) ist der Ferromagnetismus in Richtung der b-Achse stark ausgeprägt, während das Mineral in der a- und c-Richtung fast unmagnetisch ist. Die Struktur zeigt nun in Richtung b Zickzackketten der Fe-Atome mit abwechselnd einem kurzen Abstand Fe—Fe = 2,71 Å zwischen den Schwerpunkten der kantenverbundenen Tetraeder und einem langen Abstand Fe—Fe = 3,70 Å zwischen zwei in normaler Weise über die Ecken verbundenen Tetraedern des gleichen Bandes. Ähnliche Ketten finden wir auch bei anderen ferromagnetischen Mineralen.

So zeigt die Struktur des Heazlewoodits (2) Ketten von Ni-Atomen parallel der c-Achse. Es sind Schraubenketten mit einem Ni—Ni-Abstand = 2,51 Å. Der kürzeste Ni—Ni-Abstand von 2,46 Å befindet sich aber zwischen den Ni-Atomen zweier benachbarter Ketten.

Daß die Verhältnisse aber schwieriger liegen, als es hier erscheint, zeigt der Magnetkies. In seinen hexagonalen Kristallen ist der Magnetismus praktisch auf die Basisebene beschränkt. Nach neueren Messungen ist die [1120]-Richtung die der stärksten Magnetisierung. Eine Eigentümlichkeit des NiAs-Gitters ist es, daß die Metallatome in Ketten parallel der c-Achse angeordnet sind und daß in diesen Ketten die Abstände Metall—Metall relativ zu denen Metall—Metalloid auffallend klein sind. Der Abstand Fe—Fe beträgt in der Kettenrichtung bei 53,4 At.-% S (stärkster Magnetismus) 2,84 Å. Infolgedessen ist die Richtung der Metallatomketten zur Ausbildung von Atombindungen besonders geeignet. Es scheinen hier aber solche mit antiparallelem Spin vorzuliegen. Senkrecht zu ihnen existieren in der Basisebene jedoch noch weitere Ketten. Hier sind die Abstände 3,48 Å und 5,95 Å in der [1100]- bzw. [1120]-Richtung und daher sollte hier viel eher ein positiver Betrag des Austauschintegrals erwartet werden. Dies wäre auch in Übereinstimmung mit den Meßergebnissen. Nun hat FeS mit 50—51 At.-% S eine Überstruktur (3). Versuche, das Verschwinden des Magnetismus bei Annäherung an die genaue stöchiometrische Zusammensetzung mit der Bildung der Überstruktur in Zusammenhang zu bringen, erwiesen sich jedoch als irrig. An 51 At.-% S schließt sich eine paramagnetische NiAs-Strukturphase an, die sich bis 52,2% erstreckt. Erst bei 52,4% macht sich der Übergang zu Ferromagnetismus bemerkbar. Diese Grenze ist röntgenographisch nicht feststellbar. Bis zu ihr ist der Einfluß der antiferromagnetischen Wechselwirkungen anscheinend noch vorherrschend und wird erst durch die steigende Anzahl von Bindungen mit parallelem Spin überwunden. Das ist offenbar durch die zunehmende Leerstellenbildung im Fe-Teilgitter bedingt, da mit wachsender Schwefelkonzentration der Ferromagnetismus bis zu seinem Höchstwert bei 53,4% zunimmt. Dies ist gleichzeitig die Endzusammensetzung des NiAs-Gitters. Den gleichen Einfluß der Subtraktionsgitterbildung auf den Ferromagnetismus finden wir bei den ebenfalls mit NiAs-Gitter kristallisierenden CrS, FeSb, sowie beim FeO, das NaCl-Gitter besitzt.

Daneben müssen aber auch die z. Z. noch nicht übersehbaren Einwirkungen der Anionen berücksichtigt werden, wie es sich an den Systemen Cr—S, Cr—Se und Cr—Te zeigt (4).

Gleich dem Heazlewoodit ist auch der Shandit (5, 6) ferromagnetisch. Auch hier zeigen sich ausgeprägte Ketten der Ni-Atome in der Struktur. Sie gehen entlang der Würfeldiagonalen der pseudokubischen Zelle. Messungen über die Anisotropie des Magnetismus konnten aber noch nicht durchgeführt werden. Bemerkenswert ist die Verwandtschaft zum Spinellgitter. Im Hinblick auf den Magnetismus ist dabei wichtig, daß die 4-zählige Kationenpunktage des Spinells unbesetzt bleibt. Allerdings dürfte ein solcher Vergleich nur formalgeometrischen Sinn haben, da die Verschiedenheit der Anionenkonzentration einen anderen Bindungscharakter zur Folge hat.

Eine Kettenbildung der ferromagnetischen Atome im Gitter scheint eine der gittermäßigen Voraussetzungen für das Auftreten des Ferromagnetismus zu sein. Dabei ist zu beachten, daß innerhalb der Ketten ungewöhnlich große Abstände Me—Me auftreten. Meist sind ferner die Ketten untereinander zu räumlichen Gerüsten verbunden. Beim Magnetit scheinen die Verhältnisse noch komplizierter zu liegen. Auch bei ihm finden wir Atompaaire in Richtung der Raumdiagonalen, d. h. in Richtung der stärksten Magnetisierung. Diese Paare bestehen aus Fe-Atomen in 4-Koordination und können ebenfalls als gewinkelte Ketten in Richtung der Körperdiagonalen aufgefaßt werden.

Literatur

1. BUERGER, M. J.: Amer. Mineralogist, **32**, (1947), 415.
2. PEACOCK, M. A.: Univers. Toronto Stud. geol. Ser., **51**, (1947), 59—69.
3. HARALDSEN, H.: Zeitschr. f. anorgan. u. allg. Chemie, **246**, (1941), 169.
4. HARALDSEN, H. u. Mitarbeiter: Zeitschr. f. anorgan. u. allg. Chemie, **234**, (1937), 337, 353, 372, **239**, (1938), 369.
5. PEACOCK, M. A.: Amer. Mineralogist, **35**, (1950), 425—439.
6. HILLER, J.-E.: N. Jb. Min., Mh., (1951), 274.

H. WONDRAATSCHEK (Bonn): Über Tensorsymmetrien in den einzelnen Kristallklassen

Da die Kristalle anisotrop sind, hängt die Größe ihrer physikalischen Eigenschaften sowohl von der Richtung der Einwirkung als auch von der Richtung, in der die Beobachtung erfolgt, ab. Beschränken wir uns auf hinreichend stetige Eigenschaften, so läßt sich die physikalische Wirkung als Potenzreihe der physikalischen Ursache darstellen, diese Potenzreihe kann im allgemeinen nach den ersten Gliedern abgebrochen werden. Die Richtungsabhängigkeit der Koeffizienten dieser Reihe läßt sich leicht übersehen und nach ihrer „Stufe“ einteilen. Dabei bezeichnen wir die Skalare als Tensoren nullter Stufe, die Vektoren sind Tensoren erster Stufe. Hängt jede Komponente eines Vektors linear von jeder Komponente eines anderen Vektors ab, so wird diese Abhängigkeit durch ein Koeffizientenschema von neun Komponenten vermittelt, das wir als Tensor zweiter Stufe bezeichnen. So können wir fortfahren: Der Zusammenhang zwischen einem Tensor m 'ter Stufe und einem Tensor n 'ter Stufe wird vermittelt durch einen Tensor $(m + n)$ 'ter Stufe mit $3^m \cdot 3^n = 3^{m+n}$ Komponenten. Häufig verlangen physikalische Gesetze, etwa der Energiesatz, bestimmte Symmetrien der Tensoren. So hat z. B. die Dielektrizitätskonstante, ein Tensor zweiter Stufe, im allgemeinen Fall nur 6 und nicht 9 unabhängige Komponenten. Diese Eigensymmetrien stören die Rechnungen und werden daher fortgelassen; man kann sie aber im Endergebnis leicht berücksichtigen. Wegen der Auffassung des Vektorproduktes als Vektor treten neben den gewöhnlichen „polaren“ auch „axiale“ Tensoren auf; die Rechnungen verlaufen in beiden Fällen gleich, nur die Resultate ändern sich.

Außer von der Stufe hängt die Gestalt des Tensors noch von der Kristallsymmetrie ab, wie man etwa an den optischen Eigenschaften erkennt. Dies liegt daran, daß jede Eigenschaft in allen symmetriebedingt gleichwertigen Richtungen dieselbe Größe besitzen muß, d. h., die Tensoren sind invariant gegenüber den Symmetrioperationen des Kristalls. Die Tensoren nullter Stufe sind wegen ihres besonders einfachen Baues richtungs- und damit symmetrieeunabhängig.

In unserer Arbeit wird die folgende allgemeine Frage untersucht: Gegeben sei ein Tensor beliebiger Stufe und ein Kristall beliebiger Symmetrie; welche Bedingungen zwingt die Invarianzforderung dem Tensor auf? ¹⁾

Für die bisher bekannten physikalischen Tensoren ist das Problem schon mehrfach behandelt worden (1), (2); allgemeine Ansätze stammen von C. HERMANN (3).

Die gestellte Aufgabe läßt sich am besten behandeln, wenn man die Indizeschreibweise und kartesische Koordinaten einführt, wie man sie z. B. bei (2) findet. Durch die Orthogonalität fällt der Unterschied zwischen kovarianten und kontravarianten Indizes fort, da sich beide gleich transformieren. Wählen wir die übliche Aufstellung des Achsenkreuzes, so erkennen wir, daß alle vorkommenden Symmetrioperationen mit Ausnahme einiger des rhomboedrischen und hexagonalen Systems in diesem Koordinatensystem eine ganzzahlige Darstellung besitzen; wegen der Orthogonalität bestehen ihre Matrizen aus drei Einsen und sechs Nullen. Dabei braucht man nicht alle Symmetrieelemente einer Klasse zu berücksichtigen, es genügt die Behandlung der erzeugenden Elemente jeder Klasse, die Bedingungen der anderen Symmetrioperationen sind dann von selbst erfüllt. In der Wahl der Erzeugenden liegt eine gewisse Willkür, man wird die Klassen mit möglichst wenigen und möglichst einfachen Elementen aufstellen. Besonders einfach verläuft die Untersuchung der ganzzahligen Symmetrieelemente: schreibt man die Invarianzbedingung hin, so hat man sofort die Bedingungsgleichungen aufgelöst vor sich, die Aufgabe hat sich von selbst gelöst. Fügt man die Bedingungen der verschiedenen Erzeugenden einer Klasse zusammen, so erhält man die Klassensymmetrie. Im rhomboedrischen und hexagonalen System erscheinen nichtganzzahlige Transformationen, sie lassen sich alle auf die dreizählige Drehachse „3“ als Erzeugende zurückführen. Die Untersuchung dieser Achse erfolgt nach dem von C. HERMANN (3) gegebenen Verfahren, indem man eine komplexe Hauptachsentransformation durchführt. In dem so erhaltenen komplexen Achsen-system lassen sich die Tensorbedingungen sofort übersehen. Die Schwierigkeit ist an eine andere Stelle gerückt: Es gilt, aus den einfachen Bedingungen für den komplexen Tensor die unbekannten Bedingungen für den ursprünglichen reellen Tensor abzuleiten. Dieses Problem wird bei Tensoren höherer Stufe schwierig, ist aber einfacher als die direkte Behandlung der Achse 3 im Reellen, da die jetzt auftretende Matrix symmetrisch ist und als Glieder nur Potenzen von $i = \sqrt{-1}$ enthält. Auch lassen sich auf diesem Wege die Probleme der Kugel- und Zylindersymmetrie verhältnismäßig einfach behandeln. Übrigens wird die Darstellung der Achse 3 in einem orthogonalen Koordinatensystem rhomboedrischer Aufstellung ganzzahlig, so daß sich auch die Klassen des rhomboedrischen Systems vollständig übersehen lassen. Die Darstellung der sechszähligen Drehachse „6“ ist dagegen in keinem orthogonalen Koordinatensystem ganzzahlig.

Als Nebenresultat erhält man bei den Rechnungen für alle Klassen die Zahl der überhaupt möglichen und die der linear unabhängigen Tensorkomponenten; die letztere gibt die Zahl der Messungen an, die man braucht, um experimentell einen Tensor vollständig zu bestimmen.

Literatur

1. VOIGT, W.: Lehrbuch der Kristallphysik, 2. Aufl. Leipzig 1928.
2. WOOSTER, W. A.: A Text-Book on Crystal Physics, Cambridge 1938.
3. HERMANN, C.: Z. f. Kristall, **89**, 1934, 32—48.

Eine ausführliche Behandlung des Problems findet man in den Mh. N. Jb. Min. 1952, 217—234 und 1953, 25—34.

Diskussionsbemerkungen

KLEBER: 1. Bedeutet der Verzicht auf Unterscheidung zwischen ko- und kontravarianten Indizes keine Einschränkung der Verallgemeinerung?

¹⁾ Mit demselben Problem hat sich auch F. G. FUMI beschäftigt, ein Teil seiner Ergebnisse ist veröffentlicht in *Il Nuovo Cimento* IX, 1952, 739—756 und *Acta Crystall.* 5, 1952, 44—48, 691—694 u. a. Seine „Direct-Inspection Method“ stimmt überein mit unserer Behandlung ganzzahliger Matrizen, die Achse 3 wird nach einem gruppentheoretischen Verfahren in Angriff genommen. Zusatz bei der Korrektur.

2. Läßt sich grundsätzlich bei der Behandlung des rhomboedrischen und hexagonalen Systems die Einführung komplexer Koordinaten nicht vermeiden?

WONDRATSCHEK: Zu 1. Es ist eine Frage der Zweckmäßigkeit, ob man die Untersuchungen im kristalleigenen Koordinatensystem vornimmt und dann das reziproke Gitter zu Hilfe nimmt oder ob man ein kartesisches Koordinatenkreuz benutzt, bei dem dann Gitter und reziprokes Gitter zusammenfallen. Eine Einschränkung bedeutet dies nicht.

Zu 2. Man kann die Bedingungen des hexagonalen Systems auch gewinnen, ohne den Umweg über das Komplexe zu nehmen. Man ist dann jedoch gezwungen, mit der

Matrix $\begin{pmatrix} -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \\ -\frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ zu arbeiten, anstatt mit der viel handlicheren $\begin{pmatrix} 1 & i & 0 \\ i & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Matrix oder man muß nichtorthogonale Koordinaten einführen. Zu letzteren wird man sich nur dann entschließen, wenn sich die Rechnung in den neuen Koordinaten wesentlich einfacher gestaltet. Die bisher betrachteten Systeme sind in diesem Sinne ungeeignet. Dagegen gelingt die Berechnung der rhomboedrischen Klassen leicht in dem oben erwähnten kartesischen Koordinatensystem rhomboedrischer Aufstellung.

H. A. SMOLCZYK und J.-E. HILLER (Berlin): **Über den Photoeffekt am Bleiglanz**
(Ausführliche Veröffentlichung in der Zeitschrift für Elektrochemie, 57 (1953).
Kurzreferat in den Naturwissenschaften 1952.)

Diskussionsbemerkungen

MACKOWSKY: Wurden außer den Sb-Gehalten auch die Ge-Gehalte quantitativ bestimmt, da die Möglichkeit besteht, daß die Gleichrichtereigenschaften der PbS auch durch den Ge-Gehalt bedingt sein können?

HILLER: 1. Es wurde auf die Analogie zu den von Prof. Dr. RAMDOHR erwähnten Sb-haltigen Bleiglanze von Wiesloch hingewiesen.

2. Der Photoeffekt wird im Gegensatz zu vielfachen Angaben in der Literatur auch an Einkristallen beobachtet.

NEUHAUS: Ist die Abhängigkeit des Photoeffekts von Schwefel-Unter- bzw. -Überschuß, sowie der wichtige Einfluß von Se- und Te-Gehalten untersucht worden?

HELLWEGE, H. (Hamburg): **Spektrochemische Bestimmung der Elemente F, Cl, Br, J, S, Se und Hg in Mineralien**

G. MÖLLENSTEDT (Mosbach): **Elektronenmikroskopische Sichtbarmachung von Hohlstellen in Einkristall-Lamellen**

(Ausführliche Veröffentlichung in der „Optik“, Zeitschrift für das gesamte Gebiet der Licht- und Elektronenmikroskopie, im Druck.)

O. RANG (Mosbach): **Quantitative Messung von Hohlstellen im Glimmer mit Hilfe der Dunkelfeld-Elektronenmikroskopie**

(Ausführliche Veröffentlichung unter dem Titel „Formbestimmung dünner Einkristall-Lamellen mit Hilfe der durch Kristallgitter-Reflexe hervorgerufenen Scheinstrukturen“ in der Zeitschrift „Optik“ im Druck.)

O. RANG und F. SCHLEICH (Mosbach): Identifizierung kleiner Kristalle im Elektronen-Mikroskop mit Hilfe der Dunkelfeld-Mikroskopie. (Vorgetragen von O. RANG.)

Durch die Abbildung der bildseitigen Brennebene des Objektivs (Beugungsbild-Ebene) erhält man auf dem Leuchtschirm des Elektronen-Mikroskops ein Beugungs-Diagramm des Objektes. Man kann nun mit der Aperturblende, die infolge der immer vorhandenen Streustrahlung ebenfalls auf dem Leuchtschirm sichtbar ist, im Beugungsdiagramm einzelne Kristallgitter-Reflexe für die Erzeugung von Dunkelfeld-Bildern auswählen.

Wenn sich bei Kristallgemischen die Beugungsdiagramme der einzelnen Komponenten unterscheiden, dann lassen sich je nach Auswahl der Reflexe der Dunkelfeld-Abbildung Teilchen der einen oder anderen Kristallart sichtbar machen. Damit ist ihre Identifizierung möglich.

Diese Methode wurde angewandt, um die von H. KÖNIG untersuchte Reduzierung des MoO_3 zu MoO_2 im Elektronenstrahl nachzuprüfen. Bei der Umwandlung bleibt die äußere Gestalt der MoO_3 -Plättchen erhalten, im Innern der Kristalle dagegen tritt ein „Parkettmuster“ von kleinen Kristalliten auf. Das ursprüngliche MoO_3 -Beugungsbild verwandelt sich in ein solches von MoO_2 . KÖNIG nahm nun an, daß sich der Umwandlungsvorgang innerhalb des ursprünglichen Kristalls abspielt, während andere Autoren der Meinung sind, daß die Umwandlung mit einer Verdampfung und anschließender Kondensation verbunden ist.

Die hier angewandte Methode scheint die Auffassung von KÖNIG zu bestätigen, denn mit Hilfe von Kristallgitter-Reflexen des MoO_3 erzielt man stets Dunkelfeld-Bilder von Kristallen mit Parkettmuster.

(Ausführliche Veröffentlichung voraussichtlich in der Z. Phys.)

O. E. RADCEWSKI (Hamburg): Über elektronenoptische Untersuchungen am Nontronit

Um unter dem Elektronenmikroskop einzelne Minerale sicher bestimmen zu können, müssen neben den mikroskopischen Bildern auch Beugungsbilder angefertigt werden. Beugungsbilder kleiner Bereiche des Objektes und damit auch einzelner Kristalle lassen sich erhalten durch Ausblenden des entsprechenden Teiles des Präparates mittels einer Blende und Abbilden des dazugehörigen Beugungsbildes durch eine Beugungslinse. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Elektronenstrahl mittels eines Feinstrahlkondensors auf einen kleinen Bereich des Objektes zu fokussieren, so daß nicht mehr das ganze Präparat, sondern nur noch der ausgeblendete Teil bestrahlt wird und auf diese Weise nur von diesem übermikroskopisches Bild und Beugungsbild erhalten werden, während auf die Gesamtheit der übrigen Objektträgerfolie keine Elektronenstrahlen auftreten. Diese Arbeitsweise ist mit dem Siemens-Übermikroskop nach E. RUSKA und B. v. BORRIES möglich, bei dem der Übergang vom elektronenmikroskopischen zum Beugungsbild durch einfaches Ausschalten der hinter dem Objekt befindlichen Optik erreicht wird.

Der erstgenannte Weg wird mit dem Philips-Elektronenmikroskop beschritten, in dessen Strahlengang eine besondere Beugungslinse eingebaut ist, durch welche die hintere Brennebene des Objektivs und damit das Beugungsbild des Objekts auf dem Leuchtschirm und auf dem photographischen Film abgebildet wird. Mit Hilfe einer Sektorblende kann ein kleiner Bereich des Objektes bis hinunter zu einigen μ Durchmesser zunächst im übermikroskopischen Bild ausgeblendet und dann durch Einschalten der Beugungslinse das dazugehörige Beugungsbild erhalten werden.

Mit beiden Geräten wurden Untersuchungen auch am Nontronit von St. Andreasberg durchgeführt, der, ebenso wie andere Nontronite, im elektronenmikroskopischen Bild bandförmig erscheint und z. T. aufgefasernde Enden besitzt. Es wurden Beugungsbilder von Bereichen bis hinunter zu etwa 2μ Durchmesser erhalten, die ergaben, daß oft auch in der übermikroskopischen Abbildung einheitlich erscheinende Teilchen nicht einheitlich, sondern aus mehreren verschiedenen Kristallen zusammengesetzt sind. Es müssen daher auch zur Klärung dieser Frage zweckmäßig Elektronenmikroskopie und -beugung nebeneinander angewandt werden.

Ebenso konnten auch von einzelnen Kristallen Beugungsdiagramme erhalten werden, die nach Art der Lauediagramme über die gnomonische Projektion ausgewertet werden. Alle Reflexe ließen sich in eine pseudo-hexagonale Netzeinteilung einordnen. Mit Hilfe der GUNER'schen Werte für a_0 und b_0 , deren pseudo-hexagonales Verhältnis durch die Beugungsaufnahmen bestätigt wird, läßt sich aus der gnomonischen Projektion der Winkel β berechnen. In erster Näherung wurde β zu 90° bestimmt.

Auf diese Weise wurde erstmalig ein Strukturdiagramm nach Art der Lauediagramme von Nontzonit, der nur in sublichtmikroskopischen Dimensionen vorkommt, erhalten und ausgewertet.

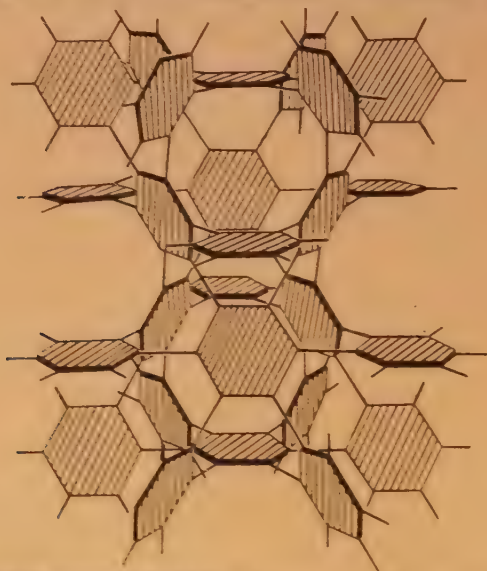
Die Bedeutung dieses Verfahrens für die Mineralogie liegt

- a) in der Tatsache, daß es auf diese Weise möglich ist, einzelne Minerale in feinkörnigen elektronenmikroskopischen Objekten (in Sedimenten, Böden, Stäuben oder technischen Produkten) exakt zu bestimmen, auch wenn sie unregelmäßig umrandet und uncharakteristisch gestaltet sind, und
- b) in der Möglichkeit, auf diese Weise die Kenntnisse über die Struktur der Tonminerale zu erweitern.

Eine ausführliche Veröffentlichung der Ergebnisse soll in den „Heidelberger Beiträgen zur Mineralogie und Petrographie“, Bd. 4, 1953, erfolgen.

MARIE-THERESE MACKOWSKY (Essen): Die Feinstruktur der Kohle
(Mit 1 Abbildung im Text)

Der in der Abbildung wiedergegebene Strukturvorschlag für „amorphe Kohle“ gibt Veranlassung, über seine Berechtigung einige Überlegungen anzustellen.



Strukturvorschlag für „amorphe Kohle“, entnommen aus Structure Reports for 1947/48 Volume 11.

Die entscheidende Voraussetzung für die Ermittlung der Struktur einer Substanz ist ihre Homogenität. Diese Voraussetzung ist nun bei der Kohle selbst dann nicht erfüllt, wenn von einem reinen Gefügebestandteil, wie z. B. dem reinen Vitrinit, eines ganz bestimmten Flözes ausgegangen wird. Außer der Elementarzusammensetzung lassen sich durch rein chemische Verfahren aus der Kohle eine große Anzahl von Spaltungs- oder auch Oxydationsprodukten gewinnen, die auf die aromatische Natur der die Kohle aufbauenden Verbindungen schließen lassen. Welche Verbindungen jedoch tatsächlich die Kohle darstellen, ist noch weitgehend unbekannt. Die trockene

Destillation der Kohlen unter Luftabschluß führte zu dem Ergebnis, daß sich jede Kohle unabhängig vom Inkohlungsgrad in ein Destillat und einen Destillationsrückstand zerlegen läßt, so daß auf einen zweiphasigen Aufbau der Kohle geschlossen werden kann. Diese Annahme kann durch Röntgenaufnahmen (DEBYE-SCHERRER-Aufnahmen und Aufnahmen der Kleinwinkelstreuung und im streng monochromatischen Röntgenlicht nach der verbesserten Methode von GUINIER) bestätigt werden, da diese zu dem Ergebnis führten, daß die Kohle einmal aus einer halbkristallinen Substanz mit höherer Elektronenwichte und zum andern aus einer wahrscheinlich amorphen Substanz mit geringerer Elektronenwichte besteht. Demnach ist die Kohle als ein zweiphasiges Kolloid aufzufassen. Die chemische Zusammensetzung und die Struktur dieser beiden Phasen ist weitgehend unbekannt. Durch die Auswertung der Kleinwinkelstreuung und auf Grund von Berechnungen zur Ermittlung der inneren Oberfläche mit Hilfe der Benetzungswärme wird vermutet, daß die halbkristalline Substanz, die sogenannten Mizellen, im Mittel einen Durchmesser von etwa 150–200 Å haben. Wegen der Unsicherheit der Bestimmung von Benetzungswärme an chemisch nicht eindeutig definierten Substanzen und wegen des Fehlens einer genügend großen Anzahl von wirklich exakten Röntgenaufnahmen kann diese Mizellargröße noch keineswegs als endgültig erwiesen bezeichnet werden. Über die Struktur der Mizellen ist so viel bekannt, daß sie zum weitaus größten Teil aus hexagonalen sehr C-reichen, graphitähnlichen Schichtebenen bestehen, die jedoch ungeordnet übereinander liegen. Es kann also nur von einer zweidimensionalen Ordnung im Gitter der Mizellen gesprochen werden. Durch DEBYE-SCHERRER-Aufnahmen wurde außerdem festgestellt, daß die Mizellen eine wechselnde Zahl von Kohärenzbereichen enthalten, ohne daß die Ursache der Inkohärenz bekannt ist. Auf Grund der chemisch-physikalischen, chemischen und röntgenographischen Untersuchungen, die in gewissem Sinne durch die Messung des Reflexionsvermögens und der Reflexionsanisotropie ergänzt werden, kann des weiteren angenommen werden, daß die Mizellen in der wahrscheinlich amorphen Phase entweder wie in einer Flüssigkeit schwimmen oder von ihr schalenartig umgeben sind. Da die Größe und die Zahl der Mizellen sehr wahrscheinlich im gesamten Bereich der Steinkohle annähernd konstant bleibt, kann das Ansteigen der Reflexion durch eine Zunahme der Mizellenkonzentration und die Zunahme der Anisotropie als eine Folge fortschreitender Ausrichtung der mizellaren Substanz gedeutet werden. Unklar ist einstweilen jedoch noch die Form der Mizellen. Englische Forscher nehmen eine Kugelform an, während deutscherseits mehr mit Ellipsoiden gerechnet wird, da das Vorhandensein einer Vorzugsrichtung eine Deutung der Anisotropieeffekte mit steigender Inkohlung erleichtert. Es ist jedoch möglich, daß sich die ellipsoidische Form erst bei einer bestimmten Mizellenkonzentration, z. B. beim Übergang der Eß- in Magerkohlen, durch den ständig ansteigenden Druck aus anfänglich kugelig geformten Mizellen bildet. Sofern diese Annahme richtig ist, kann vermutet werden, daß die Deformation der Mizellen erst dann eintritt, wenn ihre dichteste Packung erreicht ist. Wird trotzdem mit fortschreitender Inkohlung der Anteil an der die Mizellen umgebenden amorphen Phase verringert, so dürften sich die Poreneintrittsöffnungen vergrößern und damit die Gesamtporosität der Anthrazite gegenüber den Fettkohlen zunehmen. Diese Beobachtung wurde im Rahmen der Untersuchungen über die Größe der Benetzungswärme der Kohlen verschiedenen Inkohlungsgrades schon gemacht, doch gelang es bisher nicht, die Zunahme der Porosität in befriedigender Weise zu deuten.

Aus dieser kurzen Zusammenfassung soll hervorgehen, daß man heute vom Feinbau der Kohle auf wirklich gesicherter Basis noch so gut wie nichts weiß. Aus diesem Grunde erscheint es gefährlich, schon heute einen Strukturvorschlag für Kohlen zu entwickeln und zur Diskussion zu stellen. Ein derartiger Vorschlag könnte vor allem in der Praxis den Eindruck erwecken, daß man auf Grund der Kenntnis vom Feinbau der Kohle in der Lage wäre, ihr Verhalten bei den verschiedensten Veredlungsprozessen zu verstehen oder gar zu berechnen. Dies ist jedoch bei dem heutigen Stand der Erkenntnis noch vollkommen unmöglich.

Diskussionsbemerkungen

PILLER: Es wird eine Untersuchung der Anisotropie des Reflexionsvermögens auf der Grundlage der WIENER'schen Theorie der Stäbchendoppelbrechung angeregt. Dadurch sind u. U. Kriterien für kristalline Zustände oder mehr oder weniger geordnete Regelung mizellarer Bereiche zu finden.

HELLMUT V. PHILIPSBORN (Bonn): **Zur mineralogischen Untersuchung der Harnsteine.**

Schrifttum. Dünnschliffe wurden bei der Untersuchung der Harnsteine — zunächst beschränkt auf Uratsteine — zum erstenmal verwendet in der Dissertation von A. KRÜCHE (31. 1879), die auf Anregung und unter Leitung von MASS, Freiburg, und mit Unterstützung der Mineralogen H. FISCHER, Freiburg und F. ZIRKEL, Leipzig, ausgeführt wurde; auf die besonderen Vorteile des Polarisationsmikroskops wurde hingewiesen und es wurden auch mikrochemische Reaktionen am Dünnschliff erprobt. Auf alle Harnsteine ausgedehnt wurde die Methode von R. ULTMANN (53. 1882), der leider keinen Mineralogen hinzuzog, so daß er zu falschen Erklärungen der Vorgänge des Kristallwachstums kam. Wenig später erschien das Werk von W. EBSTEIN (11. 1884), der dem Mineralogen C. KLEIN, damals Göttingen, für wertvolle Hilfe bei der Anwendung mineralogischer Methoden und bei der Deutung der Erscheinungen dankte. Erstaunlich ist, daß die damals gewonnenen guten Erfahrungen mit den mineralogischen Untersuchungsmethoden in Vergessenheit gerieten und in den großen Handbüchern, wie z. B. in E. ABDERHALDENS Handb. d. biolog. Arbeitsmeth. im Abschnitt „Untersuchung der Harnsteine“ von FR. CHROMETZKA (10. 1931) keine Darstellung fanden. Im gleichen Handbuch wurde dagegen der Abschnitt „Untersuchung der Harnsedimente“ von E. QUERNER u. W. WEISE (46. 1931) mit Unterstützung des Mineralogen R. GROSS, Greifswald, und daher unter Heranziehung mineralogischer Untersuchungsmethoden und Erfahrungen geschrieben. Von Einzelarbeiten, die sich nach 1920 mineralogischer Methoden bedienen, sind zu nennen: H. NAKANO (33. 1922/23), L. KEYSER (26. 1923), W. M. ORD u. S. G. SHATTOCK (34. 1935).

Der erste, der ein DEBYE-SCHERRER-Diagramm von einem Harnstein aufnahm, war E. SAUPE (48. 1931), allerdings nur, um seine kristalline Natur zu prüfen. Zur Stoff-Identifizierung benutzte diese Methode an Harnsteinen als erster A. T. JENSEN (22. 1938, 23. 1939, 20. 1940, 21. 1940/41), nach ihm taten es: E. BRANDENBERGER, FR. DE QUERVAIN u. H. R. SCHINZ (4. 1947), E. L. PRIEN u. CL. FRONDEL (45. 1947, 44. 1949), W. EPPRECHT u. H. R. SCHINZ (12. 1950). An neuen Veröffentlichungen über die Verwendung des Polarisationsmikroskops und besonders der Einbettungsmethode bei der Untersuchung der Harnsteine sind zu erwähnen die Arbeiten von: E. L. PRIEN (43. 1941), A. RANDALL (47. 1942), E. BRANDENBERGER, FR. DE QUERVAIN u. H. R. SCHINZ (4. 1947).

Alle diese Arbeiten ab 1939 waren 1950, als der Verfasser eine mineralogische Untersuchung des Calciumoxalats im Harnsediment und in den Harnsteinen begann, in deutschen urologischen und mineralogischen Kreisen — soweit der Verf. herumfragte — unbekannt und im Bibliotheksleihverkehr größtenteils nicht erhältlich. Der Verf. hat den ausländischen Autoren — 1, 4, 9, 12, 13, 20, 32, 35, 43, 49 des Schrifttumsverzeichnisses — für Auskunft und Zusendung von Sonderdrucken zu danken. Es konnte nur ermittelt werden, daß in der Klinik Glückauf, Bad Wildungen, von Dr. O. GLEISSNER Dünnschliffe und Anschliffe (gefertigt von der Fa. Voigt & Hochgesang, Göttingen) für eine größere in Gang befindliche Arbeit über Aufbau und Entstehung der Harnsteine verwendet wurden. Dem Verf. wurden von Herrn Dr. O. GLEISSNER Harnsteine, Dünnschliffe und Anschliffe zur Verfügung gestellt, wofür er ihm zu großem Dank verpflichtet ist, Harnsteine erhielt er überdies von zahlreichen Kliniken, denen auch gedankt sei.

Komponenten der Harnsteine. Die wichtigsten Komponenten der Harnsteine sind: Whewellit $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Weddellit $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, Hydroxyl-Apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, Karbonat-Apatit, Struvit $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, Harnsäure $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$, Brushit $\text{CaHPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, Cystin $\text{SCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$. Selten sind: Whitlockit $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, Natriumurat $\text{NaH} \cdot \text{C}_5\text{H}_2\text{N}_4\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Indigo $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$, Xanthin $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$. Als eine Komponente muß auch das „organische Gerüst“ angesprochen werden, über das neuere Untersuchungen nicht vorliegen. Man beobachtet es am besten nach Auflösen des Dünnschliffs eines Calciumoxalatsteins in verdünnter Salzsäure, es hinterbleibt eine optisch isotrop erscheinende dünne Haut, die — mit Eosin gefärbt besser erkennbar — ein genaues Abbild des faserig-schichtigen Aufbaus des Steins darstellt, Abbildung s. bei O. KLEINSCHMID (27. 191); aber auch jedes Körnchen eines solchen Steins hinterläßt in Säure liegend ein Stückchen „organisches Gerüst“, so z. B. bei der Probe auf PO_4 mit der HNO_3 -haltigen Ammoniummolybdat-Lösung. An anderer Stelle (40. 1952, 42. 1953) hat sich der Verf. ausführlicher zum Problem „organisches Gerüst“ geäußert. Als Komponenten sind schließlich auch die Farbpigmente zu bezeichnen.

Man hat früher vom „Brausen“ mit Säure auf die Existenz von Calciumkarbonat im Harnstein geschlossen, doch schreiben E. L. PRIEN u. CL. FRONDEL (45, S. 982, 1947): „... is not necessary evidence for the occurrence of calcium carbonate; in all instances examined by the writers it was due to the presence of carbonate-apatite.“ Auch E. BRANDENBERGER u. H. R. SCHINZ (49, 1943, 4, 1947) haben weder Calcit noch Aragonit angetroffen. Um so interessanter ist die erst 1952 erfolgte Entdeckung eines Harnsteins aus reinem Aragonit (röntgenographisch erkannt) durch J. BARRAUD (3). In Gallensteinen ist das Auftreten von Calciumkarbonat, angeblich sogar aller drei Modifikationen, schon länger bekannt. Der Verf. (41, 1953) konnte durch DEBYE-SCHERRER-Diagramm nachweisen, daß die Calciumkarbonat-Sphärolithe im Sediment des Pferdeharns — schon vor über 100 Jahren zum erstenmal beschrieben — Calcit sind, sie sind ein dankbares Objekt für die Demonstration der Vorteile der Phasenkontrastmikroskopie.

E. BRANDENBERGER u. H. R. SCHINZ (7, 1949) bemerken, daß von ihnen unter den im Kindesalter entstandenen Harnsteinen bisher keine Bildungen von Harnsäure angetroffen wurden, von 9 Fällen fand sich in 6 Fällen Struvit als Bestandteil, in 2 Fällen Calciumoxalat, in einem Fall Cystin. Demgegenüber hatte der Verf. Gelegenheit, mit dem Urin abgegangene zahlreiche kleine Steine eines 1½ Jahre alten Knaben zu untersuchen, die zwar auch vorwiegend aus Struvit bestanden, aber beim Lösen in Salzsäure einen Rückstand hinterließen, der röntgenographisch als Harnsäure bestimmt wurde.

Eine Übersicht der optischen Konstanten der Harnstein-Komponenten und Tafeln der Netzebenenabstands-Werte nebst Abbildungen der DEBYE-SCHERRER-Diagramme geben E. L. PRIEN u. CL. FRONDEL (45, 1947), für die Werte der Netzebenenabstände von Whewellit siehe eine Berichtigung bei R. HONEGGER (19, 1952, S. 11). Die Angabe für Whewellit $2E = 84^\circ$ bei A. N. WINCHELL (Elem. of Opt. Mineralogy 1951) ist irrtümlich, richtig ist: $2V = 84^\circ$.

Bei manchen der genannten Harnstein-Komponenten harren noch zahlreiche Fragen der Beantwortung. Die Natur des zwischen 2 und 2,5 Mol variierenden Wassergehalts beim Weddellit ist noch umstritten (1. F. A. BANNISTER 1936, 17. GRETA HAMMARSTEN 1937, 36. K. J. PEDERSEN 1940, 38, 40. H. v. PHILIPSBORN 1951, 1952) 19. R. HONEGGER 1952). Das spez. Gewicht des Weddellits geben F. A. BANNISTER u. H. v. PHILIPSBORN mit 1,99, R. HONEGGER mit $2,077 \pm 0,012$ an. Der Apatit der Harnsteine ist ein meist optisch isotrop erscheinender Hydroxyl- oder Hydroxyl-Karbonat-Apatit. Die Rolle, die das Karbonat in der Apatit-Struktur spielt, ist ungeklärt (52. G. TRÖMEL 1932, 21. A. T. JENSEN 1940, 1941, 15. CL. FRONDEL u. E. L. PRIEN 1942). A. T. JENSEN u. EVA MÖLLER (25, 1944) glauben, für den Apatit der Zahnphosphate experimentell bewiesen zu haben, daß das Karbonat nicht als kristallines Calciumkarbonat vorhanden sein kann und auch nicht im Apatit-Gitter eingebaut ist; sie meinen, daß das Karbonat im Dentin und in der Emaille wahrscheinlich als amorphes Calciumkarbonat adsorptiv an die Oberfläche der kolloidalen Apatitpartikelchen gebunden vorliegt. Inzwischen hat man versucht, das Problem des Karbonat-Apatits mit Hilfe der thermischen Differentialanalyse zu lösen, eine der neuesten Publikationen dürfte die von SOL R. SILVERMAN, RUTH K. FUYAT u. JEANNE D. WEISER (50, 1952) sein, hier auch weiteres Schrifttum. Der als Mineral zum erstenmal 1941 (13. CL. FRONDEL) beschriebene Whitlockit kann wie Apatit einen noch problematischen CaCO_3 -Gehalt haben (14. CL. FRONDEL 1949).

Bei der Harnsäure werden polymorphe Formen und Hydrate vermutet, ohne daß bisher Sicheres bekannt wäre. Von den Uraten sagen E. L. PRIEN u. CL. FRONDEL (45, 1947) „much work remains to be done before any satisfactory knowledge of these substances is reached“. Inzwischen haben E. BRANDENBERGER u. H. R. SCHINZ (5, 1947, 8, 1950) gezeigt, daß der Hauptbestandteil der Gichtknotensubstanz Mononatriumurat-Monohydrat ist, und zwar durch Vergleich der DEBYE-SCHERRER-Diagramme von der fraglichen Substanz und von einem Urat-Präparat. Der Verf. arbeitet z. Z. zusammen mit C. HEIDERMANNS, Zoologisches Institut der Universität Bonn, über Harnsäure und Urate, der Arbeitsplan umfaßt die künstliche Herstellung der reinen Substanzen, die Bestimmung ihrer Eigenschaften und die Identifizierung natürlicher Harnsäure und natürlicher Urate, wie sie vorkommen: in Harnsteinen, im Harnsediment, als Harnsäureinfarkt in den Nieren Neugeborener, in den Nieren und Ausscheidungen von Reptilien, Vögeln und Schnecken, und sonst. Die Angaben im Schrift-

tum sind voller Widerspruch. Nur mikroskopisch-kristallmorphologische, mikroskopisch-kristalloptische und Röntgenpulverdiagramm-Untersuchungen können zu einem Ergebnis führen. Über eine röntgenographische Untersuchung von Harnsedimenten und des Harnsäureinfarktes der Neugeborenen vgl. E. BRANDENBERGER u. H. R. SCHINZ (6., S. 266, 1948).

Gestalt und Struktur der Harnsteine. Harnsteine heißen in der Blase gebildet: Blasensteine, im Harnleiter (Ureter) gebildet: Harnleitersteine (Uretersteine), in der Niere gebildet: Nierensteine, Nierenbecken-, Nierenkelchsteine. In der Regel bedingt der Ort der Entstehung eine charakteristische Gestalt. Einen guten Überblick über die typischen Ausbildungen der Gestalt geben die etwa 40 Abbildungen (Fotos) bei E. L. PRIEN u. CL. FRONDEL (45. 1947, 44. 1949), von welchen einige auch die nicht allzu seltenen auf der Oberfläche aufgewachsenen idiomorphen Kristalle und einige den schon im Bruch sichtbaren schichtigen Aufbau zeigen. Bilder von Dünn- und Anschliffen, die alle Feinheiten der Struktur enthüllen, findet man in großer Zahl in den älteren Werken von R. ULTZMANN (53. 1882) und von W. EBSTEIN (11. 1884), beide in dieser Hinsicht noch nicht durch neuere Werke überholt, und bei O. KLEINSCHMIDT (27. 1911). An Strukturen seien genannt: Kern und Schichten, auch mehrere Kerne in einem Stein, Randschichten, in den Schichten Komponenten wechselnd, radial-faserig-konzentrisch-schichtiges Gefüge, grob- bis feinstschichtig, grob- bis feinstkristallines Korn, aufgewachsene idiomorphe Kristalle durch Fortwachsen des Steins eingeschlossen, gebändert wechselnde Farbpigmentierungen (oft pleochroitisch). Von neueren Veröffentlichungen bringen Dünn- und Anschliffbilder F. BRANDENBERGER, FR. DE QUERVAIN u. H. R. SCHINZ (4. 1947), H. v. PHILIPSBORN (39. 1952, 42. 1953).

Typen der Harnsteine und ihre relative Häufigkeit. Die relative Häufigkeit der einzelnen Harnsteintypen ist in verschiedenen Ländern recht verschieden und auch in verschiedenen Landschaften ein und desselben Landes, sie wechselt auch in den Zeiträumen. E. L. PRIEN (44. 1949) gibt für die USA folgende Zahlen für 1000 untersuchte Steine auf Prozente berechnet:

Calciumoxalat rein				
Whewellit rein	137			
Weddellit rein	4			
Whewellit + Weddellit	186	327 =	32,7%	32,7%
Calciumoxalat + Apatit				
Whewellit + Apatit	72			
Weddellit + Apatit	47			
Whewellit + Weddellit + Apatit	224	343 =	34,3%	34,3%
Apatit rein	34	34 =	3,4%	
Struvit rein	3	3 =	0,3%	
Struvit + Apatit	155	155 =	15,5%	
Struvit + Apatit + Calciumoxalat	32	32 =	3,2%	
Brushit rein	2	2 =	0,2%	
Brushit + andere Komponenten	17	17 =	1,7%	24,3%
Harnsäure rein	47	47 =	4,7%	
Harnsäure + andere Komponenten	11	11 =	1,1%	5,8%
Cystin rein	22	22 =	2,2%	
Cystin + andere Komponenten	7	7 =	0,7%	2,9%
		1000 =	100,0%	100,0%

Die Gründe für die verschiedene Frequenz in verschiedenen Ländern diskutiert GRETA HAMMARSTEN (18. 1940), während in Schweden die Calciumoxalat-Steine und Calciumoxalat+Calciumphosphat-Steine die häufigsten sind, sind die Calciumoxalat-Steine in Finnland relativ selten. Die Autorin führt dies auf den hohen Milchkonsum in Finnland zurück und darauf, daß in Schweden ein hoher Brotkorn- und Fleischverbrauch (saure Asche) im allgemeinen nicht in wünschenswertem Grade durch ausreichende Zufuhr von Obst und Gemüse (alkalische Asche) aufgewogen wird.

Untersuchungsmethoden. Bei der Untersuchung der Harnsteine gilt es geschickt zu sein in der Kombination der Methoden. Es ist nicht immer ein Dünnschliff erforderlich, oft genügt ein Anschliff, feinfaserig-schichtige Struktur erkennt man auch schon im Pulverpräparat. Dünn- und Anschliffe fertigt die Fa. VOIGT u. HOCHGESANG, Göttingen, bereits R. ULTMANN (53., S. 57) rühmt 1882 die Güte ihrer Harnstein-Dünnschliffe. Auf aufgewachsene Kristalle ist zu achten, sie sind getrennt zu bestimmen, besonders häufig sind auf Calciumoxalat-Steinen aufgewachsene flache tetragonale Dipyramiden von Weddellit (bis 2 mm groß), vgl. Abbildung bei H. v. PHILIPSBORN (39. 1952), gelegentlich sind es Pseudomorphosen von Whewellit nach Weddellit. Große Steine werden mit feinsten Laubsäge in der Mitte durchgesägt, um den Kern zu treffen, kleine gepulvert. Kleinere Steine können u. U. mit dem Messer geteilt werden, und es kann gelingen, von einem 2 bis 3 mm großen Stein einen Dünn- und Anschliff zu gewinnen. Das Sägemehl gibt eine Durchschnittsprobe des ganzen Steins, wo es erforderlich ist, werden Proben des Kerns und einzelner Schichten mit feinem Messer oder Zahnarztbohrer u. d. M. entnommen und getrennt untersucht.

Daß der Bestimmung der Komponenten im Pulverpräparat (Ermittlung der Lichtbrechung durch Einbettungsmethode, der Stärke der Doppelbrechung, des optischen Charakters, des Achsenwinkels usw.) zunächst der Vorrang zu geben ist, ist für den Mineralogen selbstverständlich. Der Verf. verwendete mit Vorteil auch die Phasentrennung mit Bromoform-Benzol-Gemischen und Zentrifuge (37. 1948). Man treibt die Trennung nur so weit, daß Konzentrate entstehen, die ein einwandfreies DEBYE-SCHERRER-Diagramm geben. Als Beispiel einer Trennung mit chemischen Reagenzien sei genannt: Essigsäure löst Apatit, aber nicht Calciumoxalat, Harnsteine aus Calciumoxalat und Apatit gehören zu den häufigsten Steinen. Salzsäure löst Calciumoxalat und Calciumphosphate, aber nicht Harnsäure, und läßt bei Lösung von Uraten Harnsäure ausfallen. Als nützlich erwies sich auch, Röntgendiagramme in einer Heizkammer aufzunehmen, z. B. Probe vor dem Erhitzen: Weddellit-Diagramm, nach dem Erhitzen auf 120°: Whewellit-Diagramm, nach dem Erhitzen auf etwa 600°: Calcit-Diagramm. Der kryptokristalline optisch pseudoisotrope Apatit der Harnsteine gibt oft erst nach dem Erhitzen ein beweiskräftiges Röntgendiagramm. Brushit muß nach dem Glühen das Diagramm von $Mg_2P_2O_7$, Whitlockit muß vor und nach dem Glühen das gleiche Diagramm geben. Zu beachten ist, daß man nach dem Glühen eines Gemenges von Whitlockit mit auch nur wenig Calciumoxalat neben den Linien von Whitlockit auch die von Hydroxylapatit bekommt. CaO — durch Glühen von Calciumoxalat gebildet — und Luftfeuchtigkeit bilden zusammen mit einem Teil des Whitlockits Hydroxylapatit (52. G. TRÖMEL 1932, 22. A. T. JENSEN u. J. E. THYGESEN 1938).

Neue Vorschriften für die chemische Untersuchung der Harnsteine findet man bei GRETA HAMMARSTEN (18. 1940) und bei A. T. JENSEN u. J. E. THYGESEN (29. 1941). Mehr als es bisher geschieht — nach dem Studium des Schrifttums zu urteilen —, sollten nach der Meinung des Verf. mikroskopisch-chemische Nachweise verwendet werden, für die nachstehend einige Hinweise gegeben werden. Calciumoxalat und Struvit lassen sich nach Auflösen in Säure und Wiederausfällen mit Ammoniak an ihren charakteristischen Kristallformen erkennen.

Die Identifizierung von Calciumoxalat durch Nichtbrausen mit Säure vor, aber Brausen nach dem Erhitzen nimmt man am bequemsten auf einem Kieselglasobjektträger vor. Magnesium des Struvits wird mit p-Nitrobenzolzoresorcin (0,02%ig in 2 n NaOH, zu beziehen von der Fa. Dr. THEODOR SCHUCHARDT GmbH., München) auf der Porzellanstrichplatte (Blaufärbung) nachgewiesen. In der üblichen HNO_3 -haltigen Ammoniummolybdat-Lösung sind die Phosphate der Harnsteine genügend löslich, um mikroskopisch-chemisch erkannt werden zu können. Karbonat-Apatit braust in Säure. Auch im Gemenge unterscheidet man Ca-haltige Körner von Ca-freien an der Bildung radialstrahliger Gipsnadeln („Igel“-Bildung) mit Schwefelsäure (25%ig). Harnsäure als freie Säure oder in Uraten erkennt man an der Bildung typischer Kristalle von Harnsäure nach Lösen in konz. Schwefelsäure und Wiederausfällung bei Zugabe von Wasser. Löst man Alkaliurate in Salzsäure und läßt sie verdunsten, dann beobachtet man neben den Kristallen von Harnsäure am Rande des Präparates NaCl- oder KCl-Würfel oder Ammoniumchloridskelette, nach Zugabe einer passenden Einbettungsflüssigkeit lassen sich die drei Chloride unterscheiden, bei Gemengen von Na- und K-Uraten bilden sich Parallelverwachsungen von NaCl und KCl. Cystin kristallisiert aus Ammoniak in sechsseitigen Tafeln. Den NH_4 -Gehalt des Struvits darf

man nicht mit KOH (trockene Probe im kleinen Reagenzrohr mit KOH-Lösung konz. durchfeuchtet: Blaufärbung von aufgelegtem Lakmuspapier) nachzuweisen versuchen, weil unter den gleichen Bedingungen auch Harnsäure NH_3 entwickelt. Man muß statt KOH-Lösung konz. Soda-Lösung verwenden.

Zusammenarbeit von Mediziner und Mineraloge. Der Mineraloge sollte sich nicht auf die Identifizierung der Bestandteile und die Beschreibung und Deutung des Gefüges der Harnsteine beschränken, sondern eine Zusammenarbeit mit dem Mediziner auch in den experimentellen Arbeiten suchen, die eine Beantwortung der Frage versuchen: wann und warum bilden sich die Steine, wie kann man ihre Bildung verhindern und wie kann man gebildete Steine wieder auflösen? Sind es doch Fragen der Keimbildung, des Kristallwachstums, und der Kristallauflösung. Hier sind Untersuchungen zu nennen wie die von K. J. PEDERSEN (35. 1939), FR. BRANNER, H. K. LASSEN u. H. P. PRAEST (9. 1947), FR. E. KOCH (28. 1950, 29, 30. 1951), W. STAHLER (51. 1951), C. W. VERMEULEN u. Mitarbeiter (54. 1950/52). Die Untersuchungen sollten auch nicht auf die Harnsteine des Menschen beschränkt werden, über einen Weddellit-Harnstein eines Hippopotamus berichten F. A. BANNISTER, M. H. HEY, K. P. OAKLEY (2. 1947), über Harnsteine von Hunden und anderen Säugetieren findet man Angaben bei CH. MILTON u. J. M. AXELROD (32. 1951). Schließlich sind die Harnsteine auch nicht das einzige Objekt, das eine Zusammenarbeit von Mediziner und Mineralogen verlangt, es gibt viele Kristallbildungen im menschlichen Körper, deren stoffliche Natur und Bildungsweise noch ungeklärt sind. Daß die Mineralsubstanz der Speichelsteine Apatit ist, konnten neuerdings A. DEL MAGRO, R. NICCOLO VALLESI und R. PIERUCCINI (31 a 1952) nachweisen, besonders bemerkenswert ist, daß diese Autoren auch die Spurenelemente spektralanalytisch bestimmten.

Schrifttum

1. BANNISTER, F. A.: Report on some crystalline Components of the Weddell Sea Deposits. — *Discovery Reports* (Cambridge, England), **13**, 60 (1936).
2. BANNISTER, F. A., HEY, M. H., OAKLEY K. P.: Identification of a calculus from a hippopotamus. — *Nature* (London), **160**, 470 (1947).
3. BARRAUD, J.: Un calcul urinaire d'aragonite pure. — *Bull. Soc. Franc. Mineralogie*, **75**, 166 (1952).
4. BRANDENBERGER, E., QUERVAIN, FR. DE und SCHINZ, H. R.: Röntgenographische und mikroskopisch-kristalloptische Untersuchungen an Harnsteinen. — *Helv. Med. Acta*, **14**, 193 (1947).
5. BRANDENBERGER, E., QUERVAIN F. DE und SCHINZ, H. R.: Zur Frage der Natur der Ablagerungen in den Gichtknoten. — *Schweiz. Medizin. Wschr.*, **77**, 642 (1947).
6. BRANDENBERGER, E. und SCHINZ, H. R.: Zielsetzung und Ergebnisse systematischer Feinstrukturuntersuchungen mittels der Röntgeninterferenzen beim Menschen. — *Bull. Schweiz. Akad. d. Medizin. Wiss.*, **3**, 262 (1948).
7. — — Über den Aufbau im Kindesalter gebildeter Harnsteine. — *Helvetica Chimica Acta*, **32**, 810 (1949).
8. — — Mononatriumurat-Monohydrat als Hauptbestandteil der Gichtknoten. — *Experientia* (Basel), **6**, 188 (1950).
9. BRANNER, FR., LASSEN, H. K. und PRAEST, H. P.: Om Stendannelse i. Urinoejene Experimentelt og teoretic Bidrag. — *Nordisk Medizin* (Göteborg), **10**, 1977 (1941).
10. CHROMETZKA, FR.: Untersuchung der Harnsteine. — *Handb. d. biolog. Arbeitsmethoden von E. ABDERHALDEN*, IV, 5, 1, S. 605 (1931).
11. EBSTEIN, W.: Die Natur und Behandlung der Harnsteine. — Wiesbaden 1884.
12. EPPRECHT, W. und SCHINZ, H. R.: Ergebnisse der Feinstrukturuntersuchungen von Blasensteinen aus dem vorderen Orient. — *Schweiz. Med. Wschr.*, **80**, 792 (1950).
13. FRONDEL, CL.: Whitlockite: A New Calcium Phosphate $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. — *Am. Min.*, **26**, 145 (1941).
14. — Wolfeite, Xanthoxenite and Whitlockite from the Palermo Mine New Hampshire. — *Am. Min.*, **34**, 692 (1949).

15. FRONDEL, CL. und PRIEN, E. L.: Carbonate-Apatite and Hydroxyl-Apatite in urinary Calculi. — *Science (USA)*, **95**, 431 (1942).
16. — — Deposition of Calcium Phosphates Accompanying Senile Degeneration and Disease. — *Science (USA)*, **103**, 326 (1946).
17. HAMMARSTEN, GRETA: Eine experimentelle Studie über Calciumoxalat als Steinbildner in den Harnwegen. — *Lunds Univ. Årsskr.*, **32**, (1937).
18. — — Om urinvägsstenar och deras analys. — *Nordisk medicin (Göteborg)*, **7**, 1329 (1940).
19. HONEGGER, R.: Das Polyhydrat des Calcium-Oxalates. — *Diss. T. H. Zürich* 1952.
20. JENSEN, A. T.: Röntgenkrystallografisk Undersøgelse af Urinvejskonkrementer. — *Kemisk (København)*, **21**, 49 (1940).
21. — — On Concrements from the Urinary Tract II, III. — *Acta Chirurg. Scand. (Stockholm)*, **84**, 207 (1940), **85**, 473 (1941).
22. JENSEN, A. T. and THYGESEN, J. E.: Über die Phosphatkonkremente der Harnwege. — *Z. f. Urologie*, **32**, 659 (1938).
23. — — Om Stofferne i Urinvejenes Fosfatkonkrementer. — *Ugeskrift for Læger (København)*, **101**, 115 (1939).
24. — — Kemisk Undersøgelse af Urinvejskonkrementer. — *Ugeskrift for Læger (København)*, 1941, Nr. 30, S. 970.
25. JENSEN, A. T. und MØLLER, EVA: Investigation in the Properties of Tooth Enamel by Means of X-Rays. — *Acta Odontologica Scandinavica (Stockholm)*, **6**, 7 (1944).
26. KEYSER, L.: The etiology of urinary lithiasis, an experimental study. — *Arch. Surg. (USA)*, **6**, 525 (1923).
27. KLEINSCHMID, O.: Die Harnsteine. — *Berlin* 1911.
28. KOCH, FR. E.: Experimentelle Untersuchungen über die Nierensteinbildung. — *Z. f. Urologie, Sonderh.* 1950, S. 110.
29. — — Weitere Untersuchungen zur Frage der Nierensteinbildung. — *Die Medizin. Welt*, **20**, 876 (1951).
30. — — Experimentelle Therapie der Nierensteinkrise. — *Die Therapiewoche*, **9**, 507 (1951).
31. KRÜCHE, A.: Über Struktur und Entstehung der Uratsteine. — *Diss. Jena* 1879.
- 31a. MAGRO A. DEL, VALLESI, R. NICCOLI, PIERUCCINI R.: La scialotiasi, con particolare riferimento alla micro-struttura ed alla composizione chimica dei calcoli. — *Bollettino delle malattie dell'orecchio, della gola, del naso. Pisa. Anno LXX* (1952) N. 1—4.
32. MILTON, CH. and AXELROD, J. M.: Calculi and other stones found in mammals. — *Journ. of Mammalogy (USA)*, **32**, 139 (1951).
33. NAKANO, H.: Beiträge zur Kenntnis der in den Harnsteinen enthaltenen Substanzen. — *J. Biochem. (Tokyo)*, **2**, 437 (1922/23).
34. ORD, W. M. und SHATTOCK, S. G.: On the microscopic structure of urinary calculi of oxalate lime. — *Trans. path. Soc. London*, **46**, 91 (1935).
35. PEDERSEN, K. J.: The solubility of Calcium Oxalate in Aqueous Solutions of Urea. — *Journ. of the Amer. Chem. Soc.*, **61**, 334 (1939).
36. — — Lidt om den instabile form af Kalcium-oxalat der udskilles af urin. — *Kemisk. København*, **21**, 52 (1940).
37. PHILIPSBORN V. H.: Theorie und Praxis der Trennungsmethoden von Mineralgemengen. — *FIAT-Bericht*, **49**, S. 111 (1948).
38. — — Über Calciumoxalat. — *Fortschr. d. Min.*, **29/30** (1950/51) Heft 2 S. 393.
39. — — Neues über Calciumoxalat. — *Naturw. Rdsch.*, **5**, 400 (1952).
40. — — Über Calciumoxalat in Pflanzenzellen. — *Protoplasma*, **41**, 415 (1952).
41. — — Die geschichtliche Entwicklung der mikroskopischen Methoden in der Mineralogie und deren Bedeutung für die allgemeine Mikroskopie und für die Technik. — *Handb. d. Mikroskopie i. d. Technik. Herausg. v. Dr. H. FREUND, Bd. IV, Frankfurt a. M.* 1953.
42. — — Über Calciumoxalat im Harnsediment und in Harnsteinen. — *Ärztl. Forschg.* 1953.
43. PRIEN, E. L.: The use of polarized light in the analysis of calculi and in the study of crystals in tissue: A preliminary report. on the method employed. — *The Journ. of Urology (USA)*, **45**, 765 (1941).

44. PRIEN, E. L.: Studies in Urolithiasis: II. Relationships between Pathogenesis, Structure and Composition of Calculi. — The Journ. of Urology (USA), **61**, 821 (1949).
45. PRIEN, E. L. und FRONDEL, CL.: Studies in Urolithiasis: I. The Composition of Urinary Calculi. — The Journ. of Urology (USA), **57**, 949 (1947).
46. QUERNER, E. und WEISE, W.: Untersuchung der Harnsedimente. — Handb. d. biolog. Arbeitsmethod. v. E. ABDERHALDEN, IV, 5, 1, S. 141 (1931).
47. RANDALL, A.: Analysis of urinary calculi through the use of the polarizing microscope. — The Journ. of Urology (USA), **48**, 642 (1942).
48. SAUPE, E.: Röntgendiagramme von menschlichen Körpergeweben und Konkrementen. — Fortschr. a. d. Gebiet der Röntgenstr., **44**, 204 (1931).
49. SCHINZ, H. R.: Röntgenographische Feinstrukturuntersuchungen der Verkalkungen im menschlichen Körper. — Radiologia clinica (New York u. Basel), **12**, 131 (1943).
50. SILVERMAN, SOL. R., FUYAT, RUTH K. und WEISER, JEANNE D.: Quantitative determination of calcite associated with carbonate-bearing apatites. — Am. Min. **37**, 211 (1952).
51. STAHLER, W.: Zur Auflösung von Nierensteinen durch Zitronensäure mittels Harnleiterkatheter. — Die Mediz. Welt, **20**, 1129 (1951).
52. TRÖMEL, G.: Die Bildung schwer löslicher Calciumphosphate aus wässriger Lösung und die Beziehungen dieser Phosphate zur Apatitgruppe. — Z. f. anorg. u. allg. Chem., **206**, 227 (1932).
53. ULTMANN, R.: Die Harnkonkretionen des Menschen. — Wien 1882.
54. VERMEULEN, C. W. und Mitarbeiter: Experimental Urolithiasis. I. Development of calculi upon foreign bodies surgically introduced into bladders of rats. II. The influence of urine volumen upon calculi experimentally produced upon foreign bodies. III. Prevention and dissolution of calculi by alteration of urinary pH. IV. Prevention of magnesium ammonium phosphate calculi by reducing the magnesium intake or by feeding an aluminium gel. V. Prevention and dissolution of foreign body calculi by infection with Salmonella Enteritidis. — The Journ. of Urology (USA), **64**, 541, 549 (1950), **66**, 1, 6 (1951), **68**, 790 (1952).

Diskussionsbemerkungen

H. MEIXNER: Von Interesse wäre eine Untersuchung der „Karbonatapatit-Harnsteine“. Amerikanische Forscher treten für Ersatz von PO_4 und SiO_4 durch „ CO_4 “ ein, was besonders in Europa stark bezweifelt wird. In neueren Arbeiten (Schweiz, Amerika usw.) wird doch immer wieder Kalkspat in Karbonatapatiten (Francolith usw.) gefunden.

H. ROSE: Auch im Mineralogisch-Petrographischen Institut zu Hamburg sind Harnsteine untersucht. Es wurde ein Struvit-Harnstein festgestellt. Daneben wurden auch Steine eingeliefert, die in betrügerischer Weise den Ärzten übergeben wurden, es handelte sich um Topfscherben und Mörtelbröckchen.

R. GROSS: Die Ursachen für den Rhythmus der Abscheidung bei Harnsteinen sind noch in Bearbeitung. Es besteht noch Meinungsverschiedenheit darüber, ob der Rhythmus rein biologisch oder kristallographisch-physikalisch bedingt ist oder ob er durch Wechselwirkung beider Prinzipien entstanden ist.

F. LIPPMANN: Wie groß ist etwa die zeitliche Periode der rhythmischen Anlage der Harnsteine?

H. v. PHILIPSBORN: Der Karbonatapatit der Harnsteine dürfte kein besonders günstiges Objekt zur Klärung der strukturellen Stellung des „Karbonats“ sein, er ist stets äußerst feinkörnig, kolloidal-pseudoisotrop, und Harnsteine, die diesen Apatit als einzige Komponente haben, sind nicht häufig. Es sei verwiesen auf die Arbeit von A. T. JENSEN und EVA MÖLLER (25), auf die im Vortrag aus Zeitmangel nicht eingegangen werden konnte, deren Ergebnis im Vortragsreferat aber kurz wiedergegeben wurde.

Unter den vom Vortragenden untersuchten etwa 100 Harnsteinen waren alle oben aufgeführten Typen vertreten bis auf Brushit-führende Steine. Es kann einem Mineralogen keine Schwierigkeiten machen, einen Stein, ist er auch nur sehr klein, als einen echten Harnstein zu bestimmen.

Wir kennen feinschichtiges und radial-faserig-feinschichtiges Gefüge in der Mineralbildung ohne Einwirkung biologischer Faktoren, so daß wir bei den gleichen Bildungen aus der Lösung „Harn“ wohl kaum spezifisch biologische Faktoren als ursächlich annehmen sollten.

Was die Wachstumsgeschwindigkeit der Harnsteine betrifft, so sind hierüber genaue Angaben schwer zu machen, sie ist nach den Angaben im medizinischen Schrifttum bei verschiedenen Patienten auch sehr verschieden, in vereinzelten Fällen ist ein recht rasches Wachstum beobachtet worden.

A. BUHS und J. LIETZ (Hamburg): Neue Untersuchungen zur Farbveränderung von Zirkon

Die Arbeiten über Zirkon (1—5) aus dem Mineralogischen Institut der Universität Hamburg wurden durch Untersuchungen zur Frage der Farbe und Verfärbung fortgesetzt (6). Im folgenden wird über diese Ergebnisse am sog. Edelzirkon von Mongka/Indochina berichtet, da sich an diesem die Verhältnisse am besten übersehen lassen und im weiteren Verfolg die Aussicht besteht, wesentliche Beiträge zur Kenntnis der diluten Färbung von Mineralien zu gewinnen.

Man muß bei den Zirkonen von Mongka drei verschiedene Farbkomponenten unterscheiden, die als

Farbkomponente	I (graubraun)	entstehend	bei kurzweiliger Bestrahlung
„	II (braun)	„	oxydierender Erhitzung
„	III (blau)	„	reduzierender oder indifferenter Erhitzung

bezeichnet werden sollen.

Die Farbkomponente I wurde bereits eingehend untersucht (5), wobei gezeigt wurde, daß sich bei der Bestrahlung mit UV Farbzentren bilden, die 3 sich überlagernde Absorptionsbanden entstehen lassen. Durch Absorptionsmessungen im Ultraviolett konnte eine bis dahin hypothetische Bande mit Maximum bei $390\text{ m}\mu$ bestätigt werden. Diese Banden treten für den ordentlichen und außerordentlichen Strahl nahezu gleichmäßig auf. Die blaue Farbkomponente III, die bisher nur an den Zirkonen von Mongka gefunden wurde, ist durch eine glockenförmige Bande für ω bei $640\text{ m}\mu$ verursacht, die bei ε nicht auftritt. Diese Bande entsteht nicht nur bei der Erhitzung auf etwa 1000° in reduzierenden Gasen (1), sondern auch in inerten Gasen (N_2 und CO_2) und im Hochvakuum, wenn auch mit geringerer Intensität. Aus Halbwertsbreite und Höhe der Absorptionsbande läßt sich die Zahl der färbenden Zentren zu $1,5\text{--}8,5 \cdot 10^{15}/\text{cm}^3$ berechnen. Falls man einem Farbzentrum ein Atom eines Elementes von mittlerem Atomgewicht als Ursache zuordnen würde, so müßte seine Konzentration im günstigsten Falle $10^{-5}\%$ betragen, also noch unter der spektrographischen Nachweisbarkeit sein. Ferner läßt sich unter der Annahme des Farbzentrums als eines in einem Potentialnapf einer Fehlstelle des Gitters schwingenden Elektrons mit einer von MOLLWO (7) für Alkalihalogenide gefundenen Beziehung die Gitterkonstante a_0 des Zirkons in bester Übereinstimmung mit dem röntgenographisch gemessenen Wert zu $6,5_6\text{ \AA}$ berechnen.

Die braune Farbkomponente II wird durch einen Absorptionsanstieg zum UV hin bewirkt, der in gleicher Weise für ω und ε eintritt. Hervorgebracht wird sie durch Erhitzung im Luft- oder Sauerstoffstrom, wobei unter scharfem Fortschreiten der Reaktionsfront sich der Kristall gelb bis braun färbt, während gleichzeitig die Blaubande abgebaut wird. Durch stärkere Oxydationsmittel wie z. B. Cl_2 kann die Intensität dieser Farbkomponente so gesteigert werden, daß die tiefbraune Hyacinthfarbe entsteht. Die Reaktionsfront verschiebt sich nach der Beziehung $x^2/t = \text{const.}$ im Kristall, dabei ist x die Dicke der verfärbten Schicht und t die Zeit. Messungen bei verschiedenen Temperaturen erlauben die Aktivierungsenergie zu $30\text{--}50\text{ Cal}$ zu berechnen. Schließlich kann man die Farbkomponente II noch durch Stromdurchgang bei erhöhter Temperatur (400°) erhalten. Der Zirkon erweist sich als Halbleiter. Die Verfärbung geht von der Anode aus und folgt bevorzugt kristallographischen Richtungen // und \perp zu $[001]$. Beim Umpolen wandert die Farbfront nicht zurück. Das Absorptionsspektrum dieser Verfärbung zeigt eine Überlagerung der Komponenten II und I, wobei sich Komponente I bei 300° ausheizen läßt.

Die Farbkomponenten II und III, die sich gegenseitig ausschließen, lassen sich jedoch nicht auf verschiedene Zustände des gleichen Farbzentrums zurückführen, da fast alle bekannten Zirkone wohl die braune Farbkomponente II zeigen können, die Blaufärbung aber scheinbar auf die Kristalle von Mongka beschränkt ist.

Ferner läßt sich ein Zusammenhang zwischen der blauen Farbkomponente und der grauen UV-Färbung zeigen. Beim UV-Bestrahlen eines blauen Zirkons verfärbt er sich graubraun. Dabei zerstören die neu entstehenden I-Zentren die sonst sehr stabilen III-Zentren. Wird die UV-Farbe ausgeheizt, so erhält man einen farblosen Kristall (8). Nochmalige Erhitzung des Zirkons auf 600° läßt die III-Zentren sich wieder bilden, der Kristall wird wieder blau.

Literatur

1. EPPLER, W. F.: N. Jb. Min., Beil.-Bd. 55, Abt. A, 401—487, 1927.
2. SIMON, W. G.: N. Jb. Min., Beil.-Bd. 61, Abt. A, 165—226, 1930.
3. GAUSE, H.: Dissertation Hamburg 1936.
4. Lietz, J.: Z. Krist. (A), 98, 201—211, 1937.
5. — Z. Krist. (A), 97, 337—353, 1937.
6. BUHS, ALBERT: Beiträge zur Kenntnis des Zirkons von Mongka, insbesondere zum Problem der Färbung. — Dissertation Hamburg 1951.
7. MOLLWO, E.: Z. f. Phys., 85, 56—67, 1933.
8. KRAUSE, G.: Noch nicht veröffentlichte Untersuchung.

Diskussionsbemerkungen

VON STEINWEHR: Es wurde gesagt, daß das Auftreten der Blaufärbung des Zirkons auch beim Tempern in inerte (statt reduzierende) Atmosphäre erreicht werden kann. Wenn nun eine untere Grenztemperatur gemessen werden könnte, bei der dies möglich ist, so müßte sich dadurch das färbende Element, das ja analytisch nicht mehr greifbar ist, ermitteln lassen. Wenn die Farbe durch eine Valenzresonanz hervorgerufen wird, so müßte die gemessene Temperatur der Gleichgewichtstemperatur zwischen dem höheren (bei tieferer Temperatur) und dem niederen (bei höherer Temperatur) stabilen Oxyd des fraglichen Elementes entsprechen, die wohl für die meisten Fälle bekannt sind.

S. RÖSCH (Wetzlar): Erweiterung des neuen Polarisationsfarbenmeßgerätes auf weißliche Farben

Bei dem bei früherer Gelegenheit schon bekanntgegebenen neuen Farbmeßgerät dient zur Variation der Farbsättigung ein Reflexionspolarisator. Aus technischen Gründen läßt sich dabei die Entsättigung (Annäherung an den Weißpunkt) nur bis zu einem kleinen Abstand von letzterem durchführen. Durch eine originelle Abänderung des Strahlenganges wird das Gerät jetzt in die Lage gesetzt, die Verweißlichung bis zur theoretischen Grenze durchzuführen: der als mittlere Polarisator wirkende Glasplattensatz wird dabei in der Durchsicht verwendet.

Diskussionsbemerkungen

ROSE: Mir scheint, daß die geschilderte Apparatur sich vorzüglich eignet zur Untersuchung der Interferenzfarben auch an opaken Erzen. Soll sie Verwendung finden in Verbindung mit dem Polarisationsmikroskop?

WILHELM HARTWIG (Berlin): Neue Gesichtspunkte zum Brillanzproblem

Bei den Arbeiten, die vor rund 25 Jahren zur Bestimmung des sog. Idealbrillanten geführt haben (A. JOHNSON, S. RÖSCH), war für den rechnerischen Ansatz die Forderung aufgestellt, daß nach Reflexion im Innern verbunden mit Brechung beim Ein- oder Austritt das gesamte parallel der Tafelnormale einfallende Licht den Stein in der entgegengesetzten Richtung wieder verläßt (achsenparalleler Austritt); dabei wurde

die als Funktion der Lichtbrechung n sich ergebende Beziehung zwischen den Neigungswinkeln der Hauptfacetten des Oberteils φ und des Unterteils ψ auf bestimmte Werte ebenso wie die Dimensionen des Steines durch die Abgrenzung der Strahlenbündel festgelegt. Die Ansicht, daß die Achsenparallelität des ein- und austretenden Lichtes entscheidend ist für die Brillanzwirkung, war nicht allen Autoren gemeinsam (TOLKOWSKY, EPPLER). In den letzten Jahren ist das Problem erneut behandelt worden, angeregt durch den Wunsch, für den neuen synthetischen Rutil einen möglichst günstigen Schliff zu finden (ANDERSON, WAITE, EPPLER). Einen kritischen Überblick über die Leistungsfähigkeit der einzelnen Methoden bringt die vergleichende Untersuchung von R. L. PARKER (Schweizer Min. Petr. Mitt., 31, 1951, S. 132—174).

Eine weitere Entwicklung der Theorie kann nach verschiedenen Seiten hin erfolgen. Unter Beibehaltung des Prinzips der Achsenparallelität kann man zunächst versuchen, das Nebenprofil, das über die Sternfacetten läuft und deshalb zweistufig ist, nach denselben Bedingungen zu proportionieren wie das Hauptprofil. Dabei ist mitunter eine Drehung des Unterteils um $22\frac{1}{2}^\circ$ von Vorteil, so daß nun das Hauptprofil des Oberteils kombiniert wird mit dem Nebenprofil des Unterteils, was durch die gegensinnige Änderung der Winkel in den Zwischenprofilen einen gewissen Ausgleich bewirkt. Ferner kann man den in der eingangs erwähnten Hauptgleichung zwischen φ und ψ zunächst vorhandenen Freiheitsgrad benutzen, um durch Einschaltung weiterer Stufen der Lösung näherzukommen. Es läßt sich eine allgemeine Lösung finden für die Neigungswinkel bei beliebig vielen Stufen des Oberteils. Die Methode ist beim Grenzübergang zu sehr hohen Stufenzahlen anwendbar zur Berechnung neuartiger Cabochons und bringt überhaupt interessante Aufschlüsse über die Variation des Strahlengangs außerhalb des Hauptprofils. Wegen der Vermehrung der Facettenanzahl wird ihr die Praxis wahrscheinlich nur zögernd folgen. Doch verdient wenigstens die dem bisherigen Schliff nächstliegende Stufe eine praktische Erprobung, da sie nur acht deltoidische Flächen mehr besitzt und eine beträchtliche Verbesserung des Strahlenganges bewirkt. Bei diesem im Haupt- und Nebenprofil des Oberteils zweistufigen Brillantschliff mit insgesamt 65 Flächen ist die Tafel etwas kleiner als bisher und das Oberteil merklich höher, so daß das Gewicht bei gleichem Rondistdurchmesser ein wenig höher ist als beim Idealbrillanten. Dies wird häufig eine bessere Materialausnutzung des Rohsteins bewirken. Durch die steilere Stellung der Oberteilhauptfacetten ist überdies eine vermehrte Dispersionswirkung zu erwarten.

Eine im Prinzip vom bisherigen abweichende Methode ist die der Vermehrung der inneren Reflexionen. Hierbei sind die Fälle auszuschließen, in denen der Ein- und Austritt breiterer Bündel durch die Tafel erfolgen kann, da dann keine Dispersion stattfindet. Es lassen sich Konstruktionen angeben, die durch die Verlängerung des Lichtweges bei vermehrten Reflexionszahlen eine bessere Ausnutzung der Farbe mancher Steine gestatten, da die Formeln häufig auch für niedrigere n brauchbar sind. Die ausführlichere Darstellung der erzielten Ergebnisse muß ich der demnächst abzuschließenden Abhandlung meines Mitarbeiters P. OLDENDORFF überlassen.

H. NIELSEN (Hamburg): Neue optische Meßverfahren unter Anwendung von Filterpolarisatoren mit 2 Abbildungen im Text.

Vielfach dienen heute Polarisationsfilter als Ersatz für die schwer zugänglichen Prismenpolarisatoren; in den beschriebenen Versuchsanordnungen ermöglicht aber die Einführung der (zweidimensionalen!) Filter überhaupt erst die einfache Strahlenführung und neuartige Meßtechnik.

1. Schwingungsanalyse elliptisch polarisierten Lichtes mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen

Bei der Analyse des Schwingungszustandes einheitlich polarisierten Lichtes nach VAN LOOK (1) erzeugt der im Strahlengang rotierende Analysator eine sinusartige Intensitätsmodulation, die über eine Photozelle als Schreibkurve auf dem Oszillographenschirm sichtbar gemacht wird. Die Modulation verschwindet bei zirkularer Schwingung, doch läßt sich noch ein Rest der Modulation sicher nachweisen, der einem Fehler der Phasendifferenz von $10^{-6} \pi$ entspricht; die Ansprechempfindlichkeit des

Verfahrens auf den Schwingungszustand entspricht also den besten visuellen Halbschattenmethoden, und es ist diesen durch die Freiheit von physiologischen Fehlerquellen und die Brauchbarkeit außerhalb des sichtbaren Spektrums sogar wesentlich überlegen. Es ist aber ungeeignet zur Bestimmung des Schwingungszustands (Fehlergrenze 1—2°) und geriet nicht zuletzt aus diesem Grunde fast völlig in Vergessenheit.

Es wird nun eine Verbesserung des VAN LOOK'schen Verfahrens beschrieben, die ohne Beeinträchtigung des Meßprinzips den Mangel des Verfahrens beseitigt und darüber hinaus vielleicht auch bei der reinen Azimut-Einmessung von Interesse sein könnte — also etwa in der Saccharimetrie, wo ja der Schwingungszustand linear bleibt und daher nicht gemessen wird —, weil sie auf denkbar einfachstem Wege Meßgenauigkeiten bis herab zu 10 Bogensekunden zuläßt. Dieser Wert gilt bei linearer Schwingung für den Aufbau der Versuchsanordnung aus handelsüblichen Meßgeräten (Sekundärelektronen-Vervielfacher, NF-Oszillograph) und Benutzung einer Bogenlampe als Lichtquelle; die Grenze wird durch das Rauschen der elektronischen Bauteile bestimmt und könnte — falls hierfür überhaupt meßtechnisch Interesse besteht — durch besondere Kunstgriffe (z. B. Kühlung des Photoempfängers mit flüssiger Luft) noch weiter herabgedrückt werden. Auf diese Einzelheiten wird aber an anderer Stelle (2) eingegangen, während hier nur die Wirkungsweise des „Halbschattenmodulators“ (HM) erläutert werden soll.

Der HM befindet sich im Strahlengang an Stelle des VAN LOOK'schen rotierenden Analysators. Er besteht aus einem kreisrunden Filterpolarisator und einem kleinen Synchronmotor, auf dessen Welle der Polarisator in der Art einer Schwungradscheibe aufgesetzt ist. Der Strahlengang durchsetzt die Scheibe — ähnlich der ZEISS-IKON-Anordnung (3) — nahe ihrem Rand und wird bei laufendem Motor intensitätsmoduliert. Durch Teilung der Fläche in zwei halbkreisförmige Felder mit verschiedenen Schwingungsrichtungen mit einem 1 mm breiten freien Zwischenstreifen¹⁾ entsteht auf dem Schirm eine Modulationskurve, die aus Stücken zweier Sinuszüge und dazwischen scharfen Intensitätszacken zusammengesetzt ist. Bei geeigneter Schreibfrequenz (z. B. der doppelten Umlauffrequenz) fallen die Kurvenpunkte entgegengesetzter Filterstellen übereinander und auf dem Leuchtschirm sind zwei scheinbar vollständige Sinuszüge sichtbar, die um den „Halbschattenwinkel“ zwischen den beiden Filterfeldern gegeneinander verschoben sind. Die Lage des Zackens in bezug auf die Kurven wird durch den Winkel zwischen der großen Ellipsenachse und der Richtung Strahldurchtritt—Filtermitte bestimmt und dient daher zur Azimut-Messung. In der Einstell- oder Halbschattenlage (daher „HM“) liegt der Zacken genau in einer der beiden Kreuzungsstellen der Sinuskurven im Schirmbild. Dann brechen die Kurven beiderseits vom Zacken mit scharfen Spitzen genau in gleicher Höhe ab, und die Einstellung auf gleiche Höhe ist deshalb ein außerordentlich empfindliches Kriterium, weil (bis an den Rauschpegel heran) jede Erhöhung der Verstärkung die Gesamthöhe der Schreibkurve und damit auch die Höhendifferenz vergrößert. Ist die Gesamtkurve — von der nur der Ausschnitt mit den Spitzen auf dem Leuchtschirm sichtbar sein muß — z. B. 3 m hoch, so entspricht der angegebenen Fehlergrenze ein Höhenunterschied von ca. 0,2 mm.

Die gewünschte Halbschatteneinstellung läßt sich grundsätzlich auf zwei Wegen erreichen: einmal durch Drehung der Ellipse, zum anderen durch Änderung der Richtung Filtermitte—Strahldurchtritt. Der erste Weg findet bei der Bestimmung des Haupt-Einfallswinkels zur Messung der optischen Konstanten absorbierender Substanzen Anwendung, der zweite bei anderen Messungen. Zur meßtechnischen Auswertung dieser Lage-Änderung ist der Synchronmotor des HM auf einem um die Strahlrichtung drehbaren Teilkreis angebracht; die Teilkreisablesung ergibt dann direkt das gesuchte Azimut.

2. Interferenzanordnung für Weglängen- oder Fraunhofer-Interferenz zur Prüfung von Meßpräparaten auf optische Homogenität

Die Bestimmung der optischen Konstanten absorbierender Substanzen nach dem Verfahren von McCULLAGH-DE SENARMONT-DRUDE erfordert — wie jedes andere im konoskopischen Strahlengang arbeitende Verfahren auch — Spiegel, deren ausge-

¹⁾ Die Anfertigung der Filterscheibe übernahm in dankenswerter Weise die Fa. Käsemann, wofür ihr an dieser Stelle der Dank des Verf.'s ausgesprochen wird.

leuchtetes Feld optisch vollkommen homogen ist. Diese Forderung läßt sich oft nicht für Spiegelflächen meßtechnisch benötigter Größe erfüllen, und dann sind Abschätzung über den Grad der unvermeidlichen Verfälschungen des Meßergebnisses anzustellen. Im folgenden wird nun eine Versuchsanordnung beschrieben, die eine unmittelbare Messung von Verfälschungseinflüssen erlaubt, sofern sie lokal beschränkte Spiegelfehler (Spalttrisse, Ausbrüche, Kratzer, Fremdeinschlüsse u. a.) und nicht einheitliche Oberflächenschichten zur Ursache haben. Das Verfahren ist zudem dem oben genannten Meßprinzip (schiefe Inzidenz) angepaßt.

Der normale Strahlengang für Reflexionsmessungen (Spalt—Kollimatorlinse—Polarisator—Prüfspiegel—Analysator—Fernrohr) ist durch einen Doppelspalt derart geteilt, daß die Reflexion an zwei eng benachbarten Spiegelstellen stattfindet. Der Spalt liegt in der Einfallsebene (EE), und die Öffnungen des Doppelspaltes liegen oberhalb und unterhalb EE. Das vom Hauptspalt kommende Licht ist kohärent und schwingt parallel EE. Es wird nun bei der Teilung zugleich auch um entgegengesetzt gleiche Winkel gedreht; die Beleuchtung des Spiegels erfolgt dann z. B. unter den Azimuten $+45^\circ$ und -45° , wobei die Komponenten in EE phasengleich, diejenigen senkrecht zu EE gegenläufig schwingen. Die Reflexionsellipsen haben dann im Idealfall (homogener Spiegel) genau spiegelbildliche Form und Umlaufssinn in bezug auf EE; die Phasenbeziehungen der Komponenten parallel und senkrecht zu EE haben sich nicht verändert. Das Interferenzstreifensystem in der Bildebene der Apparatur sieht also grundverschieden aus, je nachdem der Analysator parallel oder senkrecht EE eingestellt ist: im ersten Fall entsteht das „normale“ Interferenzbild des Doppelspaltes mit Bildern des Hauptspaltes in verschiedener (0., 1. usw.) Ordnung, im zweiten Fall bleibt das System zwar unverändert erhalten, doch sind die „Bilder“ jeweils ausgelöscht, die Zwischenstege hell.

Zur Beobachtung und Messung dient das „Phasen-Trenn-Okular“, das — ähnlich dem THIBAULT'schen Mikroskop-Okular (4) — in der Fadenkreuzebene eine aus Filterteilen senkrecht zueinander stehender Schwingungsrichtung zusammengesetzte Platte enthält. Eines der Teilfelder ist mit einer meßbar veränderlichen Absorptionsvorrichtung verbunden, so daß das helle Nullbild (parallel EE) photometrisch mit dem (nur durch Inhomogenität aufgehellten) Nullbild der Komponente senkrecht zu EE verglichen werden kann. Der Aufhellungsgrad dient als qualitativer Wertmesser für die Brauchbarkeit des Spiegels, während durch Ausmessung der Intensitätsverhältnisse unter anderen Azimuten auch eine Aussage über die Art der Störung möglich ist; hierauf soll an anderer Stelle (5) eingegangen werden.

3. Projektion „reiner“ Axenbilder

Unter diesem Stichwort sind einige Vorschläge für Meßpraxis und Unterricht zusammengestellt, denen ein gemeinsames Prinzip — die synchron in Kreuzstellung rotierenden Polarisatoren — zugrunde liegt.

Am Ausgang der Versuche stand ein fertigungstechnisches Problem: die Prüfung eines zweidimensionalen Mosaiks aus Einzelkristallen auf Löcher. Da die Substanzen anisotrop sind, lag die Prüfung zwischen gekreuzten Polarisatoren nahe, doch hätten im Fließbandbetrieb die recht häufigen Auslöschungslagen sehr gestört. Es wurde daher vorgeschlagen, die Polarisatoren so rasch rotieren zu lassen, daß durch eine Art Kinematographen-Effekt die kurzen Dunkelpausen unterdrückt werden. Eine Wechselfrequenz von 25—30/sek oder 7—8 Umläufe/sek erzeugt ein flimmerfreies Bild; der Drehmechanismus für die Polarisatoren läßt sich daher auf einfache Weise improvisieren und kann auch von Hand bedient werden.

Abb. 1 und 2 zeigen schematisch den Aufbau der Projektionsvorrichtung für die verschiedenen auf der Tagung gezeigten Projektionsarten. Als Lichtquelle dient ein Kleinbild-Projektor (AVISO II); die Polarisationsfilter haben einen Durchmesser von 10 cm², ihr Drehpunkt liegt außerhalb des Strahlenganges auf einer gemeinsamen Welle, die über ein Vorgelege angetrieben wird. Das Präparat kann zwischen den Filtern in einer kleinen (nicht mitgezeichneten) Drehvorrichtung geneigt werden. Bei Strahlengangsführung nach Abb. 1 ergibt sich die

²) Typ Ks-DEM 100 mm \varnothing ; auch für die Überlassung dieser Filterscheiben ist der Verf. der Fa. Käsemann zu Dank verpflichtet.

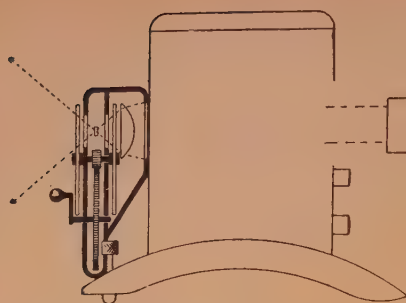


Abb. 1
Aufbau zur Projektion „reiner“
Axenbilder („Isogyrenzentrifuge“)

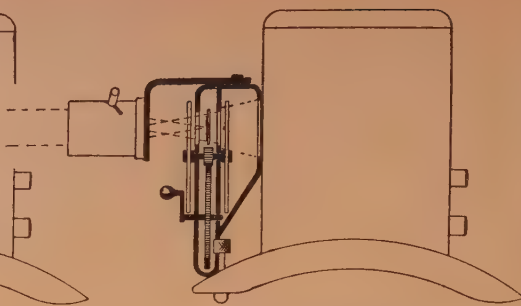


Abb. 2
Aufbau zur Projektion von Präpa-
raten ohne Auslöschung

Projektion „reiner“ Axenbilder: Durch Unterdrückung der Haupt-Isogyren entsteht das reine Isochromaten-Bild. Die Axenaustritte als Isotropie-Richtungen treten also scharf als dunkle Punkte hervor, was den Anlaß zu der Bezeichnungsweise gab. Das „reine“ Axenbild des einaxigen Kristalls gibt die vollkommene Kreissymmetrie wieder, während bei zwei-axigen Kristallen durch Axendispersion die Axenaustritte stets etwas gestreckt und in farbige Zonen eingeteilt sind. Dadurch ist auch eine geringfügige Dispersion, deren Erkennen dem Anfänger erfahrungsgemäß Schwierigkeit macht, viel klarer als bei der üblichen Beobachtung zu sehen; die Hauptbedeutung liegt aber in der unmittelbaren Ablesbarkeit des Dispersionstyps aus Form und Lage der Axenbereiche in bezug auf die Axenebene, wie dies an zwei Beispielen gezeigt wird.

Es ist durchaus möglich, daß die Ausmessung des Winkels zwischen Längsrichtung des Axenbereiches und (mittlerer) Axenebene als Mittel zur Schnellbestimmung der Änderung der Indikatrix mit der Farbe diagnostischen Wert erhält; Erfahrungen liegen hierzu noch nicht vor, es wird aber darauf hingewiesen, daß Messungen am Projektions-Axenbild unter Benutzung der von RÖSCH eingeführten „Schattenwurf“-Projektion (6) durch die einfachen und reproduzierbaren Zusammenhänge zwischen Wellennormalenrichtung im Kristall und Bildpunkt einfacher und genauer auszuführen sind als nach den üblichen Methoden. Durch verkleinerte Abbildung der Lichtquelle im Präparat wird auch bei Präparaten von nur wenigen mm² Oberfläche ein helles, einwandfrei ausgeleuchtetes Axenbild erzielt.

Die Strahlengangführung der Abb. 2 ermöglicht die Projektion von Schlifffen ohne Auslöschung. Diese Projektionsart (bzw. die analoge Anwendung im Pol.-Mikroskop) dürfte nur in Sonderfällen Bedeutung haben:

1. bei der Untersuchung feinkörniger Gemenge auf die Verteilung isotroper Körner,
2. bei der mikrophotographischen Wiedergabe derartiger Objekte, beispielsweise auch zum Erkennen von Glasmasse, Entglasungen usw.,
3. zum Einmessen der Gefügeregelung. Bei geringer Apertur des Abbildungssystems erscheinen die Körner dann ausgelöscht, wenn die Isotropie-Richtung (Axenrichtung) mit der Durchstrahlungsrichtung zusammenfällt. Es können also in einem einzigen Meßgang die Axenrichtungen eingemessen werden.

Literatur

1. VAN LOOK: Z. f. angew. Min., I, 229, 1939.
2. NIELSEN: Neue optische Meßverfahren unter Anwendung des Kathodenstrahl-Oszillographen (in Vorbereitung).
3. ZEISS-Ikon: D.R.P., 698, 340.
4. THIBAUT und NEWMAN: Amer. Min., 25, 88, 1940.
5. NIELSEN: Neue Methoden zur Bestimmung der optischen Konstanten absorbierender Substanzen (in Vorbereitung).
6. RÖSCH: Fortschritte, 29/30, 48, 1950/51.

Diskussionsbemerkungen

RÖSCH: Die interessanten Demonstrationen erinnern an Versuche mit RINNE in Leipzig (um 1930), einerseits mit rotierenden Quarzkeilen zwischen festen Polarisatoren, andererseits von rotierenden Polarisatoren bei feststehendem Präparat.

Eine Reihe von Experimenten, die mit dem Kleinbildwerfer durchführbar sind, sind in der Zeitschr. „Mathem. naturwiss. Unterricht“, 4 (1951), 156—163, publiziert, wovon Separate verteilt werden.

ALFRED SCHRÖDER (Hamburg): **Ein neues Verfahren zur Ermittlung der Lage und Größe der Indikatrix in nicht absorbierenden, optisch inaktiven triklinen Kristallen**

Wird die optische Indikatrix eines triklinen Kristalles von drei aufeinander senkrecht stehenden, aber sonst beliebig orientierten Diametralebenen geschnitten, so entstehen drei Schnittellipsen. Die Hauptachsenwerte und die Richtungen der Hauptachsen dieser Schnittellipsen sind abhängig von der Größe der Indikatrix und von der Orientierung der Indikatrix zu den drei Diametralebenen. Außer dieser Abhängigkeit besteht auch ihre Umkehrung, nämlich: Die drei Schnittellipsen kennzeichnen sowohl die Größe der Indikatrix als auch die Orientierung der Hauptachsen X, Y, Z der Indikatrix zu den drei vorgegebenen Diametralebenen. Diese letztgenannte Formulierung bildet die Grundlage des neuen Verfahrens.

Es beginnt daher mit der Ermittlung der Größe und Lage derjenigen Schnittellipsen, welche die drei aufeinander senkrecht stehenden Diametralebenen = Koordinatenebenen eines O, ξ, η, ζ -Systems mit der Oberfläche der Indikatrix erzeugen. Dabei werden die Hauptachsenwerte dieser Schnittellipsen durch Lichtbrechungsmessungen nach der Methode des symmetrischen Durchgangs der Wellen durch ein Prisma und die zugehörigen Schwingungsrichtungen durch Messung der Auslöschungsschiefen in Platten parallel den Koordinatenebenen $\xi\eta, \eta\zeta, \xi\zeta$ gegen die Koordinatenachsen ξ, η, ζ gewonnen. Die auf das O, ξ, η, ζ -System bezogenen Konstanten der Mittelpunktsgleichungen der Schnittellipsen erscheinen wieder als die Konstanten der allgemeinen Mittelpunktsgleichung der Indikatrix in dem gleichen Koordinatensystem. Die Transformation der dann numerisch bekannten Gleichung der Indikatrix auf die Hauptachsen X, Y, Z der Indikatrix erfolgt entweder auf dem Wege über die Ermittlung der drei Wurzeln einer kubischen Gleichung, der sogenannten „Säkulargleichung“ oder über die graphische Bestimmung der mittleren Hauptlichtbrechung n_β mit Hilfe der stereographischen Projektion mit anschließender Berechnung der anderen beiden Hauptlichtbrechungen sowie der Richtungskosinus der drei Hauptachsen.

Die Anwendung dieses neuen Verfahrens auf den Albit von der Alp Rischuna bei Vals in Graubünden läßt deutlich seine experimentellen Vorzüge hervortreten. Sie bestehen darin, daß für alle triklinen Kristalle die Durchführung in gleicher Weise erfolgen kann, und daß dabei auch stets die Dispersion der Hauptlichtbrechungen und die Dispersion der Richtungen der Symmetrieachsen der Indikatrix erfaßt werden.

Diskussionsbemerkungen

MEIXNER: Welche Vorteile bietet das neue Verfahren bei triklinen Kristallen gegenüber den üblichen Methoden?

ROSE: Herr Dr. SCHRÖDER hatte zur Vereinfachung der Auflösung der zur Festlegung der Indikatrix eines triklinen Kristalles auftretenden Gleichung III. Grades noch eine größere Genauigkeit erreicht, wenn das gedruckte stereographische Netz der Firma R. Seifert & Co., Hamburg 13, nach dem Druck nicht eine Verzerrung erfahren hätte. Will man größere Genauigkeiten erreichen, ist die Konstruktion eines Netzes gleicher Größe oder zweckmäßigerweise eines noch größeren Netzes auf einer Glasplatte montiert in einem stabilen Rahmen mit Beleuchtung von unten her mit entsprechender Ergänzung durch Kurvenlineale erforderlich.

Die systematische Grundlage und die Fortschritte in der Erforschung der Spurenelemente als geochemische Leitelemente in Mineralien und Erzen.

(Unter besonderer Berücksichtigung der österreichischen Forschungen.)

Abgeschlossen im Juli 1952.

Von

HERBERT HABERLANDT.

(Aus dem Mineralogischen Institut der Universität Wien)

Seitdem die grundlegenden „geochemischen Verteilungsgesetze“ von V. M. GOLDSCHMIDT (1) niedergelegt worden sind, hat sich die geochemische Wissenschaft erstaunlich vielseitig entwickelt, wobei gerade auf dem Gebiet der Erforschung der Spurenelemente in Mineralien und Gesteinen recht wichtige Resultate erzielt werden konnten (2). Meine eigene Forschungsrichtung¹⁾ (3) und die meines Mitarbeiters E. SCHROLL (4) zielte darauf ab, die Verteilung und Differentiation von Leit-Spurenelementen innerhalb minerogenetisch verschiedener Vorkommen bei ein und demselben Mineral oder Erz aufzuzeigen, wobei mit Vorteil fluoreszenzanalytische (5), spektrographische (6) oder kombinierte chemisch-spektrographische (7, 8) Methoden benützt werden konnten. Als dankbare Untersuchungsobjekte erwiesen sich die sogenannten Durchläufer-Mineralien und -Erze auf Lagerstätten, wie Fluorit, Apatit, Zinkblende, Bleiglanz und bestimmte gesteinsbildende Mineralien, wie z. B. Feldspate.

Die Spurenelementverteilung in diesen Mineralien und Erzen ändert sich bezeichnenderweise je nach Lagerstättentypus und Vorkommen. Bestimmte Spurenelemente, welche als „typochemische Leitelemente“ bezeichnet werden können, bilden in einem Mineral eines bestimmten Lagerstättentypus eine ebenso charakteristische Vergesellschaftung wie die Mineralien einer Lagerstätte im großen. In diesem Zusammenhang können wir mit Recht von einer Leitelement-Mikroparagenese (3) sprechen. Zur Feststellung einer solchen Mikroparagenese müssen allerdings folgende Grundlinien bei der Untersuchung eingehalten werden.

1. Entnahme der Mineralproben aus einer bestimmten Lagerstättenprovinz, welche sich als Einheit feststellen läßt.

2. Prüfung der möglichst umfassend und sorgfältig ausgewählten Proben mit den Methoden der modernen Dünnschliff- bzw. Anschliffuntersuchung auf ihren Reinheitsgrad. Es dürfen nur Proben mit genauer Fundortbezeichnung und möglichst umfassender Angabe der Mineralparagenese und des Muttergesteins verwendet werden. Leider sind diese Bedingungen in den bisherigen einschlägigen Arbeiten nur selten erfüllt worden.

¹⁾ Bei meinen Bestrebungen konnte ich mich des Interesses des Vorstandes des Mineralogischen Institutes, Herrn Professors Dr. F. MACHATSCHKI, erfreuen.

3. Eine Übertragung der Resultate auf andere Lagerstättenprovinzen ist nicht ohne weiteres erlaubt. Die meist vorhandenen provinziellen Eigentümlichkeiten müssen immer berücksichtigt werden und können nur durch individuelle Untersuchung jeden einzelnen Falles erfaßt werden.

4. Die richtige Auswertung der Analysen setzt natürlich eine eingehende Beurteilung der Art des Einbaues der nachgewiesenen Elemente voraus. Es soll deshalb hier versucht werden, die verschiedenen Einbaumöglichkeiten in einem übersichtlichen Schema aufgegliedert darzustellen, wobei mit Vorteil die Einteilungsvorschläge von A. NEUHAUS (9) und von H. SCHNEIDERHÖHN (10), letzterer betreffend die Einschlüsse in Erzmineralien, benutzt werden konnten.

Im allgemeinen lassen sich Spurenelemente und Spurenminerale unterscheiden, wobei letztere gewöhnlich als mikroskopisch erkennbare Fremdbestandteile (selbständige Minerale oder Erze) vorliegen. In manchen Fällen, z. B. bei submikroskopischen Einschlüssen, wird hierbei jedoch die Abgrenzung schwerfallen. Es ist mir bewußt, daß der folgende Gliederungsversuch noch verschiedene Mängel und Lücken aufweist. Dennoch könnte er zunächst eine brauchbare Grundlage darstellen.

Spurenelemente.

I. Kristallchemische Bindung:

1. Isomorphe Vertretung im engeren Sinne (Mischkristallbildung).

2. Isomorphe Vertretung im weiteren Sinne.

Fehlorientierung (Einbau an Grenzen bei Mosaik-Blockstruktur).

Besetzung überzähliger oder vakanter Gitterplätze.

Hierher gehört auch ein Teil der sogenannten „anormalen Mischkristalle“²⁾. Bei kristallchemischem Einbau von kleinen Mengen von Spurenelementen sprechen wir von „Tarnung“ oder „Abfangen“ im Sinne von V. M. GOLDSCHMIDT.

II. Adsorptive Bindung:

1. An Kristalloberflächen (z. T. während des Wachstums angelagert).

2. An Mineralien im gelartigen Zustand.

Spurenminerale.

Einteilung nach geometrischen Prinzipien:

I. Gitterbedingter Einbau.

1. Orientierte Aufwachsung.

2. Orientierte Verwachsung (z. B. bei Entmischung).

II. Gitterfremder Einbau.

Einteilung nach genetischen Prinzipien (H. SCHNEIDERHÖHN):

1. Ältere Fremdgäste.

a) Erstmalige Einschlüsse. b) Übernommene Einschlüsse.

2. Umbildungseinschlüsse.

3. Junge Einwanderer.

²⁾ Die anomalen Mischkristalle wurden von H. SEIFERT (Fortschr. d. Mineralogie, 1935, 1936, 1937) eingehend diskutiert. In einer weiteren Arbeit hat derselbe Verf. (Tscherm. Mineralog. u. Petr. Mitt., 45, 1934, 191) die geochemische Tarnung des Jods in anomalen Mischkristallen untersucht.

Spurenelemente können bei kristallchemischer und auch bei adsorptiver Bindung an bestimmten Flächen und in Wachstumszonen von Kristallen bevorzugt angelagert, bzw. eingelagert werden, wie das schon seit langem auf Grund der verschiedenen Färbung und Lumineszenz beim Fluorit und bei anderen Mineralien bekannt ist. Besonders prägnante Beispiele wurden bei Bleiglanzkristallen von CL. FRONDEL (11), bei manchen Zinkblendenden von H. HABERLANDT und E. SCHROLL (12) und bei alpinen Brookitkristallen von W. ARNOLD (13) beschrieben.

Die folgende Einteilung der Einschlüsse und Veränderungs-Produkte in den analysierten gesteinsbildenden Mineralien, wie sie von L. R. WAGER und R. L. MITCHELL (14) gegeben wurde, erscheint grundlegend für weitere Anwendungen zu sein, so daß sie hier gebracht werden soll:

1. Kleine Kristalle von primären Mineralien, hauptsächlich in den äußeren Partien der Einsprenglinge.
2. Sehr kleine Kristalle, sehr fein verteilt an gebogenen, wieder verheilten Bruchflächen, voraussichtlich bei hoher Temperatur gebildet.
3. Wasserhaltige Mineralien, wie Hornblende, Serpentin, Chlorit und Sericit, bei niedriger Temperatur gebildet, welche unregelmäßige Risse und Absonderungsflächen ausfüllen.
4. Orientierte Einschlüsse durch Entmischung entstanden.

Der kristallchemische Einbau erfolgt, wie wir seit GOLDSCHMIDT wissen, auf Grund der Beziehungen von Größe und Raumbedarf der Ionen, bzw. der Atome (15) und ihrer Koordination (MACHATSCHKI 16), bzw. ihres Energiebedarfes (WICKMAN 17). Seit den grundlegenden Forschungen von L. PAULING ist uns auch bekannt, daß die Bindungskräfte mit den Polarisationsseigenschaften von maßgebendem Einfluß auf die Art des Einbaues sind. FR. HEGEMANN (18) hat in einem Referat über die Kristallchemie einiger Eisenmineralien auf die Bedeutung des Bindungscharakters eines Wirtminerales für Art und Grad der diadochen Vertretungen besonders hingewiesen. Um ein Beispiel für die Verschiedenartigkeit und Kompliziertheit des Einbaues bestimmter Elemente anzuführen, seien hier die verschiedenen Einbaumöglichkeiten radioaktiver Elemente in einigen Mineralien diskutiert. In gesteinsbildenden Mineralien, wie im Zirkon oder im Orthit sind die radioaktiven Stoffe, z. B. das Uran, wohl z. T. kristallchemisch gebunden. Und zwar kann das Uran im Zirkon auf Grund der Isotypie von Zirkon (ZrSiO_4) und Xenotim (YPO_4) wahrscheinlich an Stelle von Yttrium eintreten, während in Orthiten auf Grund der Ähnlichkeit der Ionenradien von Calcium und Uran letzteres Element zusammen mit Thorium und seltenen Erden abgefangen werden kann. Eigene, noch unveröffentlichte Untersuchungen an Orthiten aus dem Syenitgneis der Hohen Tauern zeigen in Übereinstimmung mit einer Arbeit von CHR. EXNER (19), daß Orthite die radioaktiven Stoffe aber nicht immer gleichmäßig aufnehmen. Ebenso geht aus den Untersuchungen von F. G. HOUTERMANS (20) und auch von O. WEIGEL (21) hervor, daß Uran, Thorium und die Radioaktivität beim Zirkon sehr ungleichmäßig im Kristall verteilt ist, also zumindest ein Teil der radioaktiven Stoffe wahrscheinlich als Fremdbeimengung eingebaut, ein anderer Teil vielleicht auch adsorptiv gebunden ist.

Eine ausgesprochene adsorptive Bindung von Uranyl (UO_2^{2+})-Komplexen liegt bei gelartig gebildeten Mineralien, z. B. beim Glasopal (Hyalit) oder bei wasserhaltigen Aluminiumphosphaten (Evansit, Bolivarit) vor. Diese sind im filtrierte ultravioletten Licht durch das bekannte Uranylbanden-Fluoreszenzspektrum erkennbar (22).

Ein besonderer Fall scheint bei manchen „dispersen“ Elementen im Sinne von W. J. VERNADSKY vorzuliegen, so beim Einbau von Gold in Sulfiden. Trotz vieler Arbeiten über den Goldgehalt von Pyriten (23) ist es aber noch immer ungeklärt, in welcher Bindungsart das Gold in den Sulfiden auftritt.

Als allgemeine Gesetzmäßigkeit ergibt sich sowohl beim Einbau von Spurenelementen als auch insbesondere bei Spurenmineralien ein enger Zusammenhang der Spurenelementverteilung im Kristall (Mikroparagenese) mit der Mineralvergesellschaftung (Makroparagenese) auf der betreffenden Lagerstätte. Ein solcher Zusammenhang wurde von E. NOLL (24) in einer wichtigen Arbeit über den Gehalt von Tantal, Columbium (Niob) und Wolfram in Zinnsteinen verschiedener Herkunft aufgezeigt. Von W. HEINRICH wurden Fluorit-führende Pegmatite, welche zugleich verschiedene Mineralien Seltener Erden führen, aus Nord-Amerika beschrieben (25). Fluorite aus solchen Pegmatiten mit seltenen Erd-Mineralien wurden von mir fluoreszenzspektroskopisch im filtrierte ultravioletten Licht geprüft, wobei sich ergab, daß die Fluorite selbst Seltene Erden in der dreiwertigen Form (Dysprosium, Samarium, Europium, Terbium, Erbium) enthalten (26).

Mit Hilfe fluoreszenzanalytischer Methoden konnte weiters eine Differenzierung von zwei- und dreiwertigen Seltenen Erden (Samarium, Europium, Ytterbium) bei Fluoriten und Scheeliten im Zusammenhang mit ihrer Bildungsweise festgestellt werden (27, 28). Scheelite und Fluorite pegmatitischer Herkunft reichern mehr die Yttererden (Ytterbium, Terbium, Erbium) an, während solche kontaktmetamorpher (Skarnbildung) oder hydrothormaler Entstehung mehr die basischeren Seltenen Erden (Europium, Samarium) konzentriert enthalten.

Auch bei Apatiten (29) von verschiedenen Lagerstätten konnte mit Hilfe von Lumineszenzanalyse und Spektralanalyse eine bestimmte Verteilung der Seltenen Erden gezeigt werden, welche sich aber viel komplizierter und mannigfaltiger erwies als beim Fluorit und Scheelit. Folgende Gliederung soll diese Verhältnisse darlegen (30).

1. Kontaktpatite. Ausgesprochen langsäulenförmige Kristalle, häufig braun und undurchsichtig. Auch nach dem Glühen ohne wesentliche Fluoreszenz. Durch Einschmelzung der Proben in Boraxperlen kann eine blaue, dem Cer zugehörige Fluoreszenz erzielt werden. Z. B. Apatite von Renfrew, Ontario, Kanada.
2. Gabbropneumatolytische Bildungen.
Farbe öfters gelb bis honigbraun. Nach dem Glühen deutliches Linien-Fluoreszenzspektrum mit seltenen Erden. Sehr kleiner Strontiumgehalt.
Z. B. Apatit von Oedegaarden in Norwegen.
3. Pneumatolytische Vorkommen in Zusammenhang mit intermediären bis sauren Ergußgesteinen. Säulige Ausbildung. Meist gelbgrüne Färbung wie die sogenannten Spargelsteine. Nach dem Glühen deutliche Samarium- neben Dyspro-

siumlinien im Fluoreszenzspektrum. Größerer Strontiumgehalt. Vielfach ist ein Arsen- und Vanadinegehalt charakteristisch.

Z. B. Jumilla in Spanien, Cerro de Mercado in Mexiko. Vielleicht gehört hierher auch der Apatit von Gellivaare in Schweden.

4. Sogenannte Spargelsteine von gelbgrüner Färbung in Talkschiefern des alpinen Bereiches.

Säulige Kristalle. Unbehandelt ohne Fluoreszenz. Nach dem Glühen und Einschmelzung in Boraxperlen zeigt sich die blaue Cerbande im Fluoreszenzspektrum. Wie bei der vorigen Gruppe (3) sind im Absorptionsspektrum Seltene-Erdlinien (Neodym, Praseodym) zu erkennen. Größerer Strontiumgehalt. Z. B. Greiner, Zillertal.

5. Pegmatitische Vorkommen. Auch pegmatitisch-pneumatolytische Übergangstypen aus sauren granitischen Gesteinen.

Zumeist dicktafelige bis kurzsäulige Tracht. Grün oder violett gefärbt. Nur ausnahmsweise zeigen diese Bildungen Seltene-Erdlinien im Fluoreszenzspektrum, dagegen tritt hier eine dem Mangan zugehörige, sehr charakteristische orangegelbe Fluoreszenzbande auf.

Z. B. Apatite von Epprechtstein, Fichtelgebirge oder Ehrenfriedersdorf im sächsischen Erzgebirge.

6. Alpine Kluftapatite.

Meist tafelige oder kurzsäulige Kristallausbildung.

- a) Farblose Apatite von großem Reinheitsgrad mit nur sehr kleinem Mangan-gehalt. Z. B. aus dem Val Fribbia (Schweiz) oder aus dem Sulzbachtal (Pinzgau-Salzburg).

- b) Trübweiße bis violette Apatite.

Teilweise gelb fluoreszierend (im U. V. LICHT) mit wechselndem Mangan-gehalt. Gehalt an Seltenen Erden nur ausnahmsweise merklich.

Z. B. zahlreiche Vorkommen aus dem Stillup und vom Floitenturm, Zillertal (Nord-Tirol).

- c) Rosa Apatite mit einer blauen, dem zweiwertigen Europium zugehörigen Bande und mit Linien von dreiwertigen Samarium und Dysprosium im Fluoreszenzspektrum (besonders nach dem Glühen).

Z. B. Riedertobel, Intschitobel (Schweiz).

7. Hydrothermale Apatitvorkommen auf Erzlagerstätten.

Meist rosa Färbung und tafelige Ausbildung.

Fluoreszenzspektrum ähnlich den Apatiten von 6c).

Z. B. Rosa Apatite von Mitterberg, Salzburg, ferner von Prinzenstein bei St. Goar am Rhein. Farbloser Apatit von Morro Velho mit Bergkristall, Scheelit, Albit.

Im großen und ganzen zeigen sich auch bei den Apatiten bestimmte Differenzierungen der Seltenen Erden in Abhängigkeit von der Art des Vorkommens wie beim Fluorit und Scheelit, doch müssen erst weitere Untersuchungen über die genauere Verteilung der Seltenen Erden Aufschlüsse bringen.

Bei der Fluoreszenzanalyse ist durch die mannigfachen Konvergenz-erscheinungen im Leuchten bei Erregung durch verschiedene Aktivatoren große Vorsicht geboten. Deswegen ist bei manchen Mineralien das Fluoreszenz-aktivierende Element nicht immer mit Sicherheit feststellbar. Als

Ursache für die natürliche blaue Fluoreszenz mancher Datolithvorkommen wurde ein sehr kleiner Europiumgehalt vermutet (30), da auch Datolithschmelzen mit Europiumzusatz blaue Fluoreszenz im filtrierten langwelligen Ultraviolett zeigen. Neue Versuche zeigen aber, daß auch das dreiwertige Cer in sehr empfindlicher Weise eine ähnliche blaue Fluoreszenz wie bei natürlichen Datolithen in Schmelzen zu aktivieren vermag, und es erscheint dieses Element eher noch als das Europium für die natürliche blaue Fluoreszenz verantwortlich zu sein, da es auch in Datolithen bereits nachgewiesen wurde³⁾.

Die Bestimmung von Spurenelementen in Erzen wurde auch dazu herangezogen, um Schlüsse über die Art der Entstehung der zugehörigen Lagerstätten zu ziehen. So wurde von FR. HEGEMANN (31a) und FR. ROST (31b) das Kobalt-Nickelverhältnis in Pyriten verschiedener Bildungsweise ausgewertet, um ihre Entstehung zu klären. HEGEMANN kam zu dem Ergebnis, daß sich ursprünglich sedimentär gebildete Pyrite durch eine bestimmte Niveaubeständigkeit der Kobalt- und Nickelgehalte auszeichnen sollen. Kieslager der Epizone unterscheiden sich durch ein Kobalt/Nickelverhältnis von 1:10 von denen der Mesozone mit einem Kobalt/Nickelverhältnis von 10:1.

Eine Untersuchung von SV. GAVELIN (32) über Spurenelemente in schwedischen Pyritvorkommen des Skellefte Distriktes kam zu anderen Ergebnissen als HEGEMANN, was möglicherweise durch lokale Eigentümlichkeiten bedingt ist. In dem schwedischen Gebiet ergab sich eine Beziehung des Kobalt/Nickelverhältnisses der Pyrite zu dem Begleiterz in der Weise, daß kobaltreiche Pyrite zusammen mit Kupferkies, nickelreichere hingegen gerne zusammen mit Zinkblende vorkommen. W. CARSTENS (33) fand bei norwegischen Kieslagern sedimentärer Herkunft einen größeren Mangan- und Phosphorgehalt. Eigene Forschungen mit spektralanalytischen Bestimmungen von E. SCHROLL (34) über das Kobalt/Nickelverhältnis bei Pyriten aus den Golderzgängen und bei Kluftpyriten der Hohen Tauern im Gebiet von Bad Gastein ergaben eine Abhängigkeit der Kobalt-Nickelgehalte von der Teufenlage und von der Entfernung des Pyritvorkommens vom Zentralgranitgneis in der Weise, daß Kobalt-reichere Pyrite in den tieferen Zonen und in Zentralgneisnähe bevorzugt auftreten. Gerade dieses Beispiel der Spurenelementverteilung in Pyriten könnte auf die komplexe Art der zu berücksichtigenden Verhältnisse in der Natur hinweisen.

Andererseits gibt es Erze bzw. Minerale, welche trotz provinzieller Eigentümlichkeiten eine für verschiedene Erzprovinzen durchgehende Gesetzmäßigkeit in ihrer Spurenelementverteilung aufweisen, welche vielfach von der Entstehungstemperatur der betreffenden Lagerstätte abhängig ist. Das klassische Beispiel hierfür ist die Zinkblende, welche vor allem I. OFTEDAL (35) in Hinblick auf ihre Mikroparagenese gründlich untersucht hat. Bei norwegischen Zinkblenden konnte er eindeutig nachweisen, daß Kontaktvorkommen einen höheren Kobaltgehalt, mesothermale Zinkblenden einen höheren Indiumgehalt und niedrigthermale einen höheren Gallium- und Germaniumgehalt besitzen, wobei das Maximum das Galliumgehaltes

³⁾ Siehe BERTOLANI, M.: *Commentationes Pont. Acad. Sci. Roma.* 1948, **12**, 305.

bei höheren Bildungstemperaturen liegt als das Maximum des Germaniumgehaltes. Arbeiten russischer Geochemiker: PROKOPENKO und Mitarbeiter (36) stellten bei den von ihnen untersuchten Sphaleritlagerstätten ebenfalls bei meso- bis hypothermalen Vorkommen eine Indiumanreicherung fest. Quecksilber kommt nur in niedrigthermalen Blenden als typochemisches Leitelement vor. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang, daß dieses Element auf Grund der ähnlichen Ionenradien von zweiwertigem Quecksilber $1,11 \text{ \AA}$ und zweiwertigem Strontium $1,18 \text{ \AA}$ auch in Coelestinen (SrSO_4) und Strontianiten (SrCO_3) niedriger Bildungstemperatur von G. CARROBBi und R. PIERUCCINI (37) nachgewiesen wurde. Mit diesen Ergebnissen steht in Übereinstimmung, daß Quecksilber bevorzugt in niedrigthermalen, telemagmatischen Bildungen auf Erzlagerstätten auftritt und daß es sich in bestimmten rezenten Mineralquellen in genetischer Verbindung mit Kohlenwasserstoffen als Zinnober abscheidet.

Die Resultate der Untersuchungen von I. OFTEDAL an norwegischen Zinkblenden sind im wesentlichen auch an schwedischen Vorkommen von O. GABRIELSON (38) und von R. STOIBER (39) bei amerikanischen Sphaleriten bestätigt worden. Natürlich sind auch bei der Zinkblende provinzielle Eigentümlichkeiten in bezug auf bestimmte Spurenelemente feststellbar, so die Cadmiumarmut der schwedischen oder die Thalliumarmut amerikanischer Vorkommen im Gegensatz zu dem Thalliumreichtum mancher europäischer, z. B. oberschlesischer Zinkblenden. E. SCHROLL konnte in einer noch unveröffentlichten Arbeit zeigen, daß der Grund für den Thalliumreichtum dieser Blenden vor allem darin zu suchen ist, daß sie in der Form der Schalenblenden ausgebildet sind, welche Thallium und andere Spurenelemente adsorptiv anreichern. Trotzdem bleiben eine Reihe provinzieller Eigentümlichkeiten bestehen, wie solche innerhalb des ostalpinen Bereiches in bezug auf die Verteilung der Spurenelemente in Zinkblenden und Bleiglanzen von E. SCHROLL (4) nachgewiesen wurden. Darüber hinaus hat E. SCHROLL in einer größeren Arbeit über die geochemische Analyse der ostalpinen Blei-Zinkerze, welche voraussichtlich in Tschermaks min. petr. Mitteilungen erscheinen wird, eine Reihe von sehr bezeichnenden Gesetzmäßigkeiten bei den verschiedenen Lagerstätten aufgezeigt, welche einen wesentlichen Beitrag zur Klärung genetischer Fragen liefern können. Mit Erlaubnis der Verf. seien hier die wichtigsten Ergebnisse in einer Tabelle wiedergegeben.

1. Blei-Zinkerze des Tauernfensters (Jungalpine Vererzung).

Perimagmatisch:

PbS Bi \gg Sb, reich an Ag. Spuren von Tl und Sn. Te-haltig.

ZnS Reich an Mn, Co, Cd. Spuren von In. Es fehlt Hg, Ga, Ge und meist auch Sn.

Apomagmatisch:

PbS Sb $>$ Bi, mittlerer Ag-Gehalt.

ZnS Reich an Hg, Ga, Cd. Spuren von Sn, Ge und Co häufig. In fehlt.

2. Blei-Zinkerze der Schladminger Tauern.

PbS reich an Ag, Sb \gg Bi, Tl und Sn nur in geringsten Spuren.

ZnS meist Fe-reich, Mn u. Co vorhanden (persistent), aber sehr schwankend.
Ag-Gehalt gering, Ga, In sowie Ge in schwankenden Spurengehalten.
Hg-Gehalt extrem hoch ($>0,1\%$).

3. Blei-Zink-Erze aus Kieslagern der Kreuzeckgruppe.

PbS Hohe Ag-Gehalte. Bi meist $>$ Sb. Sn regelmäßig nachweisbar.
ZnS Cd-Gehalt zumeist niedrig. Hohe Mn-Konzentration. Wechselnde Gehalte an In und Sn, vereinzelt extrem hoch. Hg, Ga, Co häufig vorhanden.

4. Blei-Zinkerze der Grauwackenzone.

PbS Mittlerer Ag-Gehalt, Bi- u. Sb-Gehalt wechselnd. Sn u. Tl wechselnd.
ZnS Hoher Gehalt an Mn, Hg, Ga neben Co- u. Ge-Gehalten, In u. Sn in Spuren.

5. Blei-Zink-Vererzung des Grazer Paläozoikum.

PbS Mittlerer Silbergehalt, Sb \gg Bi.
ZnS Cd unter $0,5\%$, Mn u. Co persistent, ebenso Ga u. Ge. Zumeist ist die Folge der Gehalte: Ga $>$ Ge $>$ In $>$ Tl.
Bezeichnend ist ein persistenter Hg-Gehalt von $0,01$ — $0,1\%$.

6. Blei-Zink-Erze aus dem Paläozoikum der Karawanken.

PbS Höhere Ag-Gehalte, deutliche Sb-Vormacht (vor Bi). Häufig Sn-Spuren.
ZnS Sehr häufig hohe Co- und Hg-Gehalte. Ferner Ga, Ge und Sn.

7. Blei-Zinkvererzung der ostalpinen Trias.

Nördliche Zone:

PbS Meist Ag-Sb-reich.
ZnS Meist eisenarm. Wechselnd reich an Ge ($0,001$ — $0,03\%$) und Ga. Hoher Ag- und Cd-Gehalt häufig. Typisch ist das Auftreten von Tl, As und Sb. Häufige Hg-Spuren.

Südliche Zone (Vererzung im Ladin — Drauzug, Karawanken):

PbS Ag-Sb-arm.
ZnS Oft sehr eisenarm. Cd- und Ag-Gehalt schwankend. Ge ($0,0003$ bis $0,3\%$) durchschnittlich hoch. Ga meist nur in Spuren. Tl, As häufig. Sb seltener und Hg, In sehr selten nachweisbar.

8. Blei-Zinkerze der Trias aus der Lombardischen Zone (Westalpen).

PbS Ag-reich, Sb \gg Bi-(arm).
ZnS Fe- und Mn-arm. Hg- und Sb-Gehalt relativ hoch und typisch.
Ga scheinbar $>$ Ge.

9. Blei-Zinkerze des Bozener Porphyryplateau.

PbS Ag, Sb- und Bi-Gehalte wechselnd. Spuren von Sn häufig.
ZnS Cd-Gehalt wechselnd, ebenso Mn und Co. Arm an Hg (mit Ausnahme der Erze von Roncegno-Cinque Valli-Sasso d'Argento), Ga oft extrem hoch. Fast regelmäßige Gehalte an In, Ge und Sn.

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, sind vor allem die Spurenelementpaare Mangan, Kobalt, Wismut/Antimon, Gallium/Germanium und Thallium/Arsen neben einem Silber-, Quecksilber-, Indium- und Zinngehalt⁴⁾ sehr charakteristisch. Die Konzentrationen an diesen Elementen und vor allem das Wismut/Antimon-Verhältnis bei Bleiglanzen sowie das Gallium/Germanium-Verhältnis bei Zinkblendenden scheinen geochemisch und minerogenetisch den Lagerstättentyp zu kennzeichnen. Den weiteren Ergebnissen und Folgerungen der schönen Arbeit von E. SCHROLL soll hier nicht weiter vorgegriffen werden. Daß das Auftreten von Wismut und Antimon auch für außeralpine Bleiglanze Bedeutung hat, geht aus einer Arbeit von B. WASSERSTEIN (40) hervor, welcher bemerkenswerte Antimongehalte in südafrikanischen Bleiglanzen spektralanalytisch feststellt.

Eine interessante Diskussion über die Entstehung der Apatiteisenerze erfolgte durch die Spurenelementbestimmungen von ST. LANDERGREN (41), der auf Grund des Vanadin Eisen- und des Phosphor-Eisen-Verhältnisses sowie der Fluorgehalte den Schluß zog, daß diese Bildungen durch Palingenese von Phosphor-reichen und Vanadium-, sowie Fluor-führenden sedimentären Eisenerzen entstanden sind. Im Gegensatz hierzu wird dieser Lagerstättentypus von P. GEIJER (42) und B. ASKLUND (43) als Produkt endogener Spaltungsprozesse im Verlaufe der magmatischen Differentiation von relativ kieselsäurereichen magmatischen Gesteinen (z. T. Ergußgesteinen) aufgefaßt. Als Stütze für diese Deutung wird von B. ASKLUND unter anderem auf die Beziehung des Chrom-, Kobalt- und Nickelgehaltes verschiedener Apatiteisenerze zu den umgebenden Gesteinen aufmerksam gemacht. Amphibolitische Gesteine, z. B., scheinen höhere Nickelgehalte in den zugehörigen Eisenerzen zu begünstigen. Leider ist es in diesem Zusammenhang noch nicht versucht worden, die Gehalte der Apatite an bestimmten Spurenelementen für die Klärung dieser genetischen Zusammenhänge heranzuziehen und auszuwerten. In einer früheren Arbeit (28) wurde u. a. auch ein Apatit von Gellivaare in Schweden aus dem dortigen Magnetitvorkommen spektralanalytisch und fluoreszenzanalytisch geprüft und eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Apatit von Jumilla in Spanien in bezug auf die Verteilung der Seltenen Erden festgestellt. Letzterer kann als pneumatolytische Bildung in einem Leucit-führenden Ergußgestein aufgefaßt werden. Man könnte sich vorstellen, daß die Mitwirkung pneumatolytischer Prozesse die geochemischen Besonderheiten und die Mikroparagenese auch der schwedischen betreffenden Eisenerzvorkommen bestimmen. Der Phosphorreichtum ist an und für sich noch kein Beweis für sedimentäre Bildung, da in einer Arbeit von LUNDEGÅRDH (44) eine Anreicherung von Phosphor auch in bestimmten Restmagmen basischer Gesteine eintritt und auch Restlösungen saurer Gesteine vielfach Phosphor konzentrieren können (Phosphatpegmatite). Allerdings nimmt A. SCHOLZ (45) gerade für letztere eine Assimilation von Phosphor-haltigem Sedimentmaterial an. Vielleicht kann auch der Arsen- und Vanadiumgehalt des vorhin erwähnten Apatites von Jumilla in Verbindung mit Ergußgesteinen als bezeichnend angesehen werden. Auch der Apatit von Gellivaara scheint einen kleinen Arsengehalt zu besitzen.

⁴⁾ Hohe Indiumgehalte gehen mit hohen Zinnwerten Hand in Hand.

Die Mobilisation der Schwermetallspuren aus Sedimentgesteinen kann unter Umständen auch spezifische Metallanreicherungen auf Erzlagerstätten verursachen, wie z. B. die Wulfenit und Molybdänsulfid- (Jordisit-) Bildungen in kalkalpinen Bleiglanzlagerstätten (46). Auch bestimmte Vanadiumkonzentrationen⁵⁾ können in Sedimenten auf Grund einer Komplexbildung mit Porphyrinen erklärt werden.

Ein besonderes Interesse verdienen Spurenelementbestimmungen in Mineralien alpiner Klüfte, deren Herkunft noch immer sehr umstritten ist (34).

Solche Bestimmungen fehlen noch in den meisten Fällen und sollen in einer gemeinsamen Arbeit mit E. SCHROLL bei alpinen Rutilen und Titaniten vorgenommen werden. Nach bisherigen Untersuchungen sind vor allem die Zinngehalte in Rutilen (47) und Titaniten und die Niob- bzw. Tantalgehalte in Titaniten und Anatasen (48, 49) von geochemischer Bedeutung. Dies zeigen auch eigene Untersuchungen mit spektrographischen Bestimmungen von E. SCHROLL (34), wonach Kluft-Rutile und Titanite aus dem Gasteiner Gebiet typisch zinnhaltig sind. Ebenso wichtig wären genauere Untersuchungen über die quantitative Verteilung der seltenen Erden in alpinen Fluoriten, Scheeliten und Apatiten. Bisherige Ergebnisse (28, 30, 50) ergaben bei einer Reihe von Kluft-Fluoriten und Kluft-Scheeliten eine gewisse Ähnlichkeit des Seltenen-Erden-Bestandes mit dem pegmatitischer Vorkommen. Ein Bleiglanz aus einer alpinen Kluft (Grimselgranit), den ich Herrn Dr. HÜGI, Bern, verdanke, zeigt auf Grund einer spektrographischen Analyse von E. SCHROLL einen nicht unwesentlichen Wismutgehalt neben einem Tellurgehalt. Diese Spurenelemente finden sich auch in Bleiglanzen ostalpiner Golderzgänge (Bad Gastein)⁶⁾. Auch alpine Kluftpyrite aus Gneisgebieten sind in bezug auf ihren Kobalt-Nickelgehalt mit Pyriten aus alpinen Erzgängen vergleichbar. Kluftpyrite aus der Schieferhülle sind hingegen arm an Nickel und Kobalt.

Ein Vergleich der Gasteiner alpinen Provinz mit der des sächsisch-böhmischen Erzgebirges zeigt in bezug auf die Element- bzw. Spurenelementvergesellschaftung gewisse Ähnlichkeiten, wie das Auftreten von Molybdän, Wismut, radioaktiven Elementen und von Fluor in beiden Gebieten. Andererseits liegen aber auch charakteristische Unterschiede, wie z. B. das bevorzugte Vorkommen von Wolfram und Zinn im Erzgebirge und von Titan, Gold und Beryllium im Gebiet von Bad Gastein vor. Außerdem ist ein grundlegender Unterschied in der Art des Auftretens beim Uran und

⁵⁾ Nach einer neuen Arbeit von M. BLUMER (Helvet. Chim. Act. 1950, 33, 1627) macht allerdings das an Porphyrine gebundene Vanadium in bituminösen Schiefen des Tessins nur etwas mehr als ein Zehntel des gesamten Vanadiums aus. Neben der Vanadiumanreicherung durch Porphyrine gibt es eben noch eine adsorptive Bindung des Vanadiums an Tonminerale.

⁶⁾ Eine Kluftzinkblende von Grimsel, die ich Herrn Prof. HUTTENLOCHER (Bern) verdanke, besitzt einen charakteristischen Gehalt an Kobalt und Indium (Spektralanalyse von Dr. SCHROLL), ebenso wie die Zinkblenden der jungen Tauern-Golderzgänge.

Wolfram festzustellen. Während im Erzgebirge Uranpechblende in Vergesellschaftung mit Kobalt, Silber- und Wismuterzen vorkommt und Wolfram als pneumatolytisch gebildeter Wolframit und Scheelit auftritt, findet sich im Gasteiner Gebiet überhaupt kein Uranpecherz und die radioaktiven Stoffe treten, wie auch das Wolfram als Scheelit in relativ späten hydrothermalen bis thermalen Phasen der Mineralbildung in Erscheinung. Auch die Fluorite zeigen charakteristische Unterschiede in ihrer Ausbildung. Im Erzgebirge kommen zumeist dunkelviolett, radioaktiv verfärbte Varietäten vor, hingegen im Gasteiner Gebiet grünliche Fluorite mit einem anderen Lumineszenzverhalten als die erzgebirgischen. Zeolithe sind im Gasteiner Gebiet im Gegensatz zum Erzgebirge reichlich vertreten. Auch im Gebiet von Schlading (Altkristallin—Niedere Tauern) wurde trotz sensationell aufgebauschter Zeitungsnachrichten kein Uranpecherz gefunden und hier ist der Charakter der Mineralisation und Erzführung trotz anscheinender Ähnlichkeiten (Auftreten von Kobalt) ebenfalls von dem des Erzgebirges grundlegend verschieden. Bereits FRIEDRICH (51) hat auf gewisse Unterschiede zwischen alpinem und erzgebirgischem Bereich aufmerksam gemacht. Die Erze von Schlading, welche von FRIEDRICH (52) eingehend beschrieben wurden, zeigen in bezug auf ihre Spurenelemente (Wismut, Antimon) wieder eigentümliche Unterschiede im Vergleich zu denen der Hohen Tauern, so besonders die Bleiglanze und Zinkblendende.

Die nicht als Haupt-, sondern als Nebenbestandteile in Mineralien eingebauten radioaktiven Stoffe verursachen bekanntlich Verfärbungen und geben Anlaß zur Thermolumineszenz. Beide Erscheinungen können unter Umständen einen Hinweis auf die Höhe der Radioaktivität geben, wenn alle Faktoren, wie die Menge der mitwirkenden sonstigen Beimengungen, erfaßt sind. Es ist in diesem Zusammenhang bezeichnend, daß fast alle Fluorite des Gasteiner Gebietes helle Thermolumineszenz aufweisen und die Quarze des dortigen Syenitgneises, der eine höhere Radioaktivität besitzt, stärkere Rauchquarzverfärbung zeigen. Zu Altersbestimmungen können diese Erscheinungen allerdings kaum herangezogen werden.

Hierfür hat die moderne Isotopenforschung eine Reihe von neuen Möglichkeiten entwickelt, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Es soll hier nur auf eine interessante Anwendungsmöglichkeit der Bestimmung des radioaktiven ^{14}C nach der Methode von W. F. LIBBY hingewiesen werden, die H. FRANKE kürzlich vorgeschlagen hat⁷⁾. FRANKE (53) zeigt die Möglichkeit, diese Bestimmungen für Messungen des Alters von Tropfsteinen und Kalksintern heranzuziehen, welche aus Bikarbonat-haltigen Oberflächenwässern den radioaktiven Kohlenstoff der Luft in der Hälfte seiner ursprünglichen Konzentration aufgenommen haben müssen. Vielleicht kann durch die Bestimmung des ^{14}C -Anteiles auch bei hydrothermalen Kalkspatbildungen fraglicher Genesis entschieden werden, wieweit Tageswässer bei ihrer Entstehung beteiligt waren.

⁷⁾ Vgl. auch SCHLUND und MOORE, U. S.: Geol. Survey, Bull., 395 (1909).

Zusammenfassung

Die grundlegenden Forschungen von V. M. GOLDSCHMIDT sind richtunggebend für die systematische Untersuchung der Spurenelementverteilung und Vergesellschaftung in Mineralien und Erzen. Diese Mikroparagenese der Spurenelemente kann zur Kennzeichnung bestimmter Mineral- und Erzlagerstätten dienen. Es genügt nicht nur, die Spurenelemente qualitativ und quantitativ mit modernen Analysenmethoden zu bestimmen, sondern es ist auch notwendig, die Art ihres Einbaues unter besonderer Berücksichtigung der Bindungsverhältnisse im betreffenden Wirtmineral zu erfassen. Hierfür soll eine möglichst umfassende Gliederung der verschiedenen Einbaumöglichkeiten dienen, für welche ein Vorschlag gemacht wird. Eine kritische Prüfung auf Reinheit und etwaige Einschlüsse der zu untersuchenden sorgfältig ausgewählten Proben ist ebenso notwendig, wie genaue Fundortangaben. Provinzielle Eigentümlichkeiten müßten stärker als bisher Berücksichtigung finden. Als Beispiel von provinziell verschiedenen Lagerstätten werden solche aus dem ostalpinen Gebiet angeführt, bei denen die Spurenelementverteilungen in Bleiglanzen und Zinkblenden untersucht wurden. Darüber hinaus wird ein Vergleich der geochemischen Verhältnisse zwischen dem Gebiet von Bad Gastein (Hohe Tauern) mit denen des erzgebirgischen Bereiches gezogen. Trotz gewisser Ähnlichkeiten in der Elementvergesellschaftung sind hierbei auch charakteristische Unterschiede in der Art des Auftretens mancher Elemente feststellbar. Neue Anwendungsmöglichkeiten der Isotopenforschung werden angedeutet.

Literatur

1. GOLDSCHMIDT, V. M.: Vidensk. Selsk. Skrift. I. Mat. nat. vet. kl. Kristiania 1924—1938 (Oslo).
2. Siehe die Bibliographie bei RANKAMA, K. und SAHAMA, TH. G.: Geochemistry, Chicago 1950.
Ferner GOLDSCHMIDT, V. M.: Journ. Chem. Soc. London 1937, 655.
3. HABERLANDT, H.: Monatshefte f. Chemie, 1946, 77, 293.
Ferner derselbe: Tscherm. Mineral. u. Petr. Mitt. 1948, 1, 134.
4. SCHROLL, E.: Anz. d. Akad. Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl. vom 26. I. 1950 und 11. I. 1951.
5. HABERLANDT, H.: Mikrochemie 1951, 36/37, 1075.
Vgl. ferner dazu: HABERLANDT, H. und KOEHLER, A.: Beiträge zur Fluoreszenzmikroskopie. — I. Sonderband der Zeitschrift Mikroskopie, W. FROMME, Wien 1949, 102.
6. Siehe u. a. die zahlreichen Arbeiten von GOLDSCHMIDT, V. M. und Mitarbeiter in Nachr. d. Ges. d. Wissensch. Göttingen, IV/1, 1930—1936.
7. MITCHELL, R. L. und SCOTT, R. O.: Spectrochimica Acta, London 1948, 3, 367.
Ferner: MITCHELL, R. L.: Mikrochimica Acta 1951, 36/37, 1042.
8. PIERUCCINI, R.: Spectrochim. Act. 1950, 4, 189.
Ferner derselbe: Mikrochimica Acta 1951, 36/37, 522.
- 8a. MIHOLIC, ST.: Mikrochimica Acta 1951, 36/37, 393.
9. NEUHAUS, A.: Angewandte Chemie 1941, 54, 527.

10. SCHNEIDERHÖHN, H.: N. Jb. Min., A, 1943, Nr. 1.
11. FRONDEL, CL.: Amer. Min. 1942, 27, 720.
12. HABERLANDT, H. und SCHROLL, E.: Experientia (Basel) 1950, VI/3, 91.
13. ARNOLD, W.: Z. f. Krist. 1929, 71, 344.
14. WAGER, L. R. und MITCHELL, L. R.: Geochim. et Cosmochim. Act. London 1951, 1, 129.
15. Siehe die Zusammenstellung bei CAROBBI, G.: Acad. d. Sc. d. Modena 1947.
Ferner: VENTRIGLIA, U.: La Ricerce Scient. Rom 1948, Nr. 11—12.
16. MACHATSCHKI, F.: Geol. Fören. Stockholm Förh. 1932, 54, 447.
17. WICKMAN, FR. E.: Geol. Fören. Stockholm Förh. 1943, 65, 371.
18. HEGEMANN, FR.: Fortschr. d. Min. 1949, 28, 26.
19. EXNER, CHR. und POHL, E.: Jb. d. Geol., Bundesanst. Wien, 1951, 94/2, 1.
20. HOUTERMANS, F. G.: „Naturwissenschaften“ Berlin 1951, 38, 132.
Ferner derselbe: Geochim et Cosmochim. Act. 1951, Vol. 2, No. 1, 43.
21. WEIGEL, O.: Zirkone von Mogok und Ceylon, Marburg 1938, R. Noske, Leipzig.
22. HABERLANDT, H. und HERNEGGER, FR.: Wiener Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss., IIa, 1947, 155, 359.
Ferner: HABERLANDT, H., HERNEGGER, FR. und SCHEMINZKY, F.: Spectrochim. Act. London 1950, 4, 21.
23. HEGEMANN, FR. und ROST, FR.: Z. f. angew. Min., 1939, 1, 97.
Ferner: MINGUZZI, C.: Atti Soc. Toscana Sci. Nat. Pisa 1947, 54.
Vgl. dazu: BÜRG, G.: Z. f. prakt. Geol. 1935, 43, 17.
24. NOLL, W.: Heidelberger Beitr. z. Min. 1949, 1, 593. Siehe auch: LEUTWEIN, F.: Acta Geolog. 1952, 1, 133.
25. HEINRICH, W.: Amer. Min. 1948, 33, 64.
26. HABERLANDT, H., KARLIK, B. und PRZIBRAM, K.: Wiener Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. IIa, 1935, 144, 77.
27. — — — Wiener Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. IIa, 1935, 144, 135.
28. HABERLANDT, H.: Chemie d. Erde 1941, 14, 207.
29. — Wiener Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch., IIa, 1938, 147, 137.
Vergl. dazu auch: KOEHLER, A. und HABERLANDT, H., Chemie d. Erde 1934, 9, 88.
30. — Wiener Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch. I, 1949, 158, 609.
- 31a. HEGEMANN, FR.: Angew. Min. 1943, 4, 121.
- 31b. ROST, F.: Angew. Min. 1940, 2, 1.
32. GAVELIN, SV. und GABRIELSON, O.: Sver. Geol. Unders. Stockholm C. 1947, Nr. 491.
33. CARSTENS, C. W.: Norsk. Vidensk. Selsk. Förh. Oslo 1943, Nr. 43, 15.
34. Siehe die Arbeit von HABERLANDT, H. und SCHIENER, A.: Tscherm. Min. u. Petr. Mitt. 1951, 2, 292.
Siehe auch: HABERLANDT, H.: Mikrochemie 1952, 39, 92.
Vgl. ferner: HAWLEY, J. E.: Economic Geology 1952, 47, 260.
35. OFTEDAL, I.: Norsk. Vidensk. Akad. Oslo I, 1940, Nr. 8, 103.
36. PROKOPENKO, N. M. und Mitarbeiter: O. Rend. Acad. Sci. USSR. (Doklady) 1941, 31, 16, 19, 22.
37. CAROBBI, G. und PIERUCCINI, R.: Atti s. Soc. Toscana di Sci. Nat. Pisa 1950, Vol. 57, A. 1.

38. GABRIELSON, O.: Sver. Geol. Unders. Ser. C. Stockholm 1945, Nr. 468.
39. STÖBER, E.: Econom. Geol. 1940, **35**, 401.
40. WASSERSTEIN, B.: Amer. Min. 1951, **36**, 102.
41. LANDERGREN, ST.: Sver. Geol. Unders. Vetensk. Akad. Stockholm 1943, Nr. 172.
Ferner: Geol. Fören. Stockholm Förh. 1949, **71**, 293, 370.
42. GEIJER, P.: Geol. Fören. Stockholm Förh. 1949, **71**, 367.
43. ASKLUND, B.: Geol. Fören. Stockholm Förh. 1949, **71**, 333.
44. SCHOLZ, A.: Fortschr. Min. 1950 (1948), **27**, 56.
45. LUNDEGÅRDH, P. H.: Geol. Fören. Stockholm Förh. 1950, **72**, 51.
46. SCHROLL, E.: Verhandl. d. Geol. Bundesanst. Wien, 1949, H. 4—6, 1.
47. OTTEDAL, I.: Norsk. Geol. Tidsskr. Oslo 1939, **19**, 314.
48. RANKAMA, K.: Ann. Acad. Sci. Fenn. Helsinki A, 1948, **13**.
Ferner derselbe: On the Geochemistry of Tantalum. Dissertation, Helsinki. 1944.
49. v. HEVESY, G. und WUERSTLIN, K.: Z. f. anorg. Chemie 1929, **181**, 95.
50. HABERLANDT, H.: Z. f. prakt. Geol. 1942, H. 8, 99.
51. FRIEDRICH, O.: Berg-, Hütten- u. Salinwesen, Berlin 1937, **85**, 241.
52. — Berg- u. Hüttenm. Jb. 1933, **81**, 54, 84.
53. FRANKE, H. W.: Naturwissenschaften 1951, **38**, 527.

Anmerkung bei der Korrektur:

Zu dem Problem: Spurenelemente als geochemische Leitelemente siehe auch: HEGEMANN, F.: „Geochemie“ in Fiat Review of German Science 1939—1946. Wiesbaden, 1948. Der Verfasser weist dort auf die besonderen Verhältnisse bei metamorphen Lagerstätten mit Recht hin. Seine Skepsis hinsichtlich der Spurenelemente als Leitelemente in Zinkblenden ist unbegründet.

Die Spurenelemente (Rh, Tl, In, Sn etc.) in gesteinsbildenden Mineralien (Feldspaten, Glimmer) wurden in gründlichen Arbeiten vor allem von L. H. AHRENS (Cambridge, Massachusetts) spektralanalytisch bestimmt. Leider ist es im Rahmen dieser Zusammenstellung nicht möglich, darauf und auf die Spurenelementgehalte in Gesteinen einzugehen.



Abb. 1. Bohrung Ubstadt 2. Luzonit verdrängt idiomorphe Fahlerze, Fahlerzrelikte hellgrau, Luzonit etwas dunkler. Weiß: Bleiglanz. Helle Fleckchen in Fahlerz wahrscheinlich Germanit. 8 mm Imm. Vergr. $\sim 160\times$.

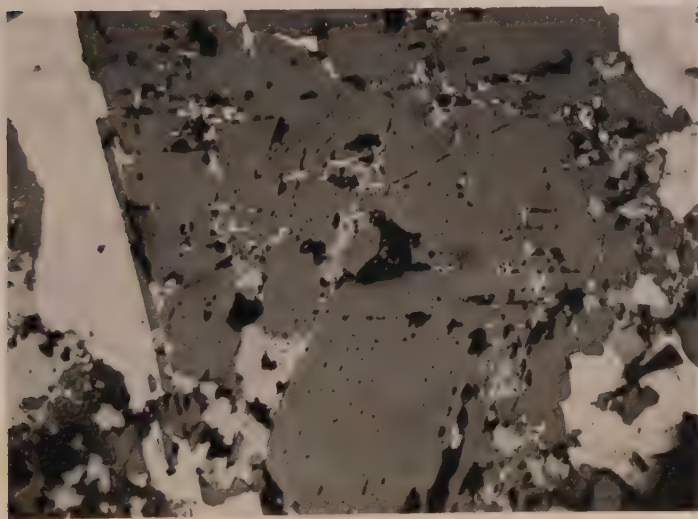


Abb. 2. Bohrung Ubstadt 2. Blende (dunkelgrau) wird verdrängt durch Luzonit und Enargit (zartgrau). Bleiglanz (weiß). P 3 b, Vergr. $\sim 100\times$.

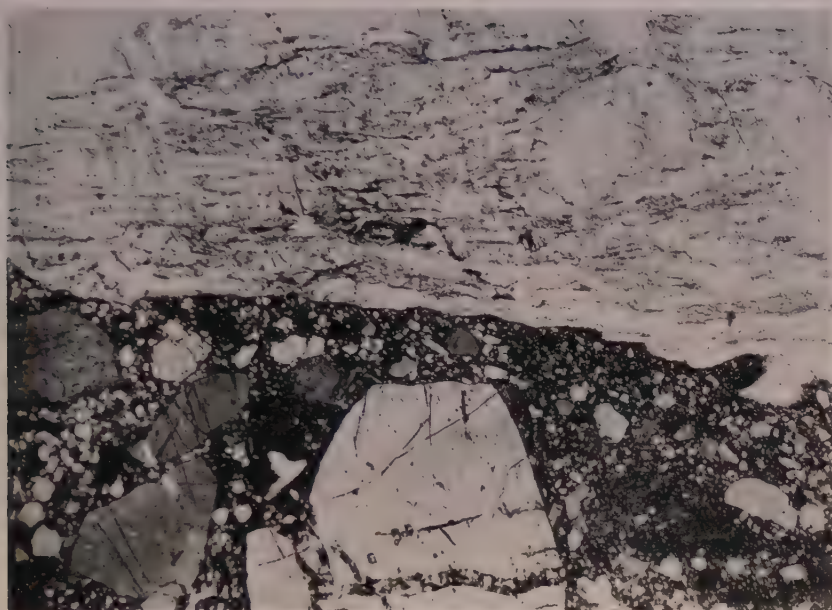


Abb. 1. Kulmkonglomerat aus dem Rodachtal bei Erlabrück westl. Wallenfels. Dünnschliff ohne Nic., Vergr. 6:1. Oben: Teil eines Gneisgerölls, Glimmerbelag auf den s-Flächen im plattigen Gefüge.



Abb. 2. Vergrößerung eines Teiles der oberen Hälfte von Abb. 1 bei + Nic. Vergr. 25:1. Klein- bis mittelkörniger Muskovit-Biotitgneis mit straffer Regelung und granulitischen Langquarzen (oben). Muskovit ist typomorph für den Mineralbestand der Metamorphite der Münchberger Gneismasse.
(Unterer Rand = Zement des Kulmkonglomerates.)

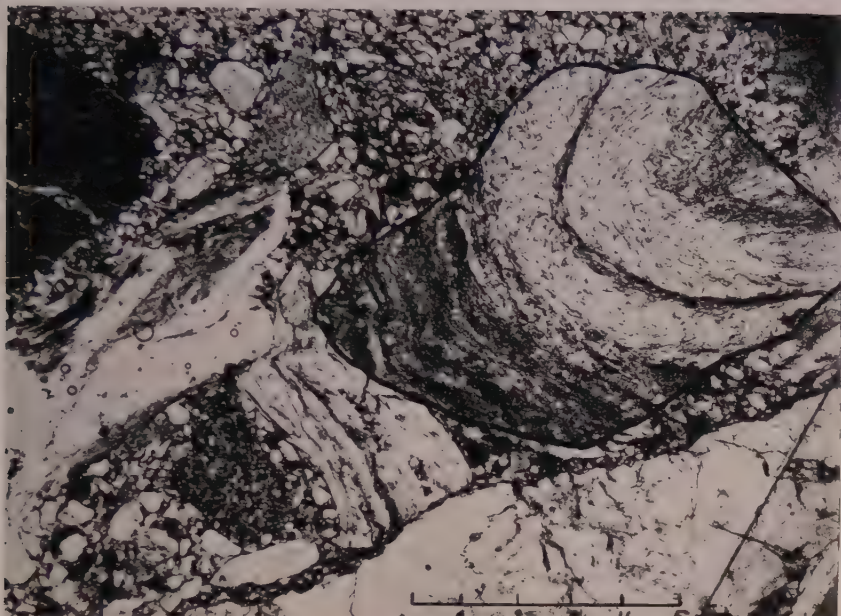


Abb. 3. Kulmkonglomerat vom Mauthaus bei Ködelberg (Ostrand von Bl. Teuschnitz) sw. Nordhalben. Dünnschliff ohne Nic. Schwarz umrandet: Gefalteter algonkischer Schiefer mit Arkoselagen. Links davon ein Gneisgeröllchen, rechts unten Granit.

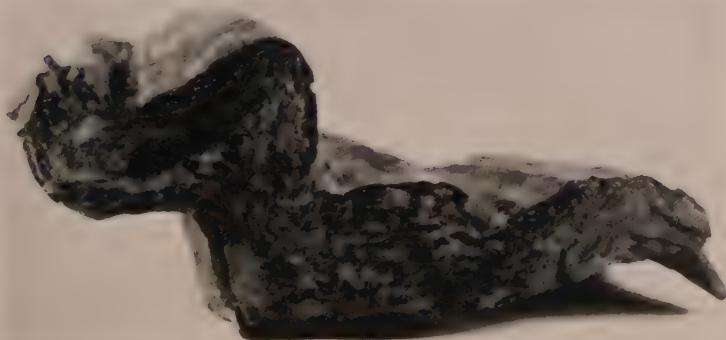


Abb. 4. Stufe aus der Talkschiefergruppe Adlerhütte, Stollen Eugenius im Kosertal bei Wirsberg. Härtere, reliktsche, gefaltete und gestauchte Partie aus der zufolge Gleitbewegung ausgeplätteten Chlorit-Prasinitserie am SW-Rand der Münchberger Gneismasse.

R. Eigenfeld: Zur petrotektonischen Analyse der Münchberger Gneismasse.

Mitgliederverzeichnis der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft

(27. XI. 1952)

A. Vorstand

- I. Vorsitzender:** Prof. Dr. Th. Ernst, Erlangen.
Stellvertretender Vorsitzender und Sektionsleiter:
 Prof. Dr. G. Menzer, München.
Ersatzmann: Prof. Dr. A. Neuhaus, Bonn.
Stellvertretender Vorsitzender:
 Prof. Dr. D. Hoernes, Karlsruhe.
Schriftführer: Prof. Dr. W. Borchert, München.
Schatzmeister: Bergassessor R. Wüster, Essen.

B. Beirat

- Schriftleiter der Fortschritte:**
 Prof. Dr. W. Kleber, Bonn.
Beiratsmitglieder: Prof. Dr. E. Bederke, Göttingen.
 Prof. Dr. C. W. Correns, Göttingen.
 Prof. Dr.-Ing. O. Friedrich, Leoben.
 Prof. Dr. C. Hermann, Marburg.
 Prof. Dr. P. Ramdohr, Heidelberg.
 Prof. Dr. H. Strunz, Berlin.
 Prof. Dr. E. Tröger, Darmstadt.

Änderungen

B. Persönliche Mitglieder

- Andrée, Karl**, Prof. Dr., 20b Göttingen, Kantstr. 15.
Behne, Walter, Dr., Geologisch-Mineralogisches Institut der Technischen Hochschule, Karlsruhe, Kaiserstr. 12.
Bieger, Thilo, Dr., per Adr.: Rheinisches Mineralienkontor Dr. F. Krantz, Bonn, Herwarthstr. 36.
Borchert, Werner, Prof. Dr., Min.-Geol. Inst. T. H., 13b München, W. v. Dyck-Platz 1.
Brehler, Bruno, Dr., Mineral. Inst. Universität, Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
Ehrenberg, H., Prof. Dr.-Ing., Bergassessor a. D., o. Prof. i. R., 21 b Meggen (Lenne), Lennestr. 16.
Eigenfeld, Rolf, Dr., Privatdozent, Mineral. Inst., 13a Würzburg, Pleicher-
 torstr. 34.

- Flörke, Otto**, Dr., Max-Planck-Institut für Silikatforschung, **Würzburg**,
Neunerplatz 2.
- Frechen, Josef**, Dr. Privatdozent, Min. Inst. Universität, 22c **Bonn**,
Poppelsdorfer Schloß.
- Grade, Karl**, Dr., Lehrte/Hann., Germaniastr. 10, Gewerkschaft Brunhilde,
Sedimentlabor.
- Grosser, Gottfried**, Dr., Birkenwerder bei Berlin, Friedensallee 30b.
- Hahn, Theo**, cand. min., z. Z. Cristallographic Laboratory, Massachu-
setts Institute of Technology, **Cambridge 39**, Massachusetts, USA. Eltern:
22 a Duisburg-Meiderich, Bahnhofstr. 76.
- Hiller, Johann, E.**, Prof. Dr., Institut für Mineralogie und Petrographie
der Techn. Universität, **Berlin-Charlottenburg 2**, Hardenbergstr. 34.
- Ide, Karl-Heinz**, Dr., 20a Braunschweig, Bei dem Gerichte 14.
- Jagodzinski, Heinz**, Privatdozent Dr., Abt.-Leiter am Max-Planck-
Institut für Silikatforschung, **Würzburg**, Neunerplatz 2.
- Jasmund, Karl**, Dr. Dozent, Mineralogisch-Petrographisches Institut der
Universität, 20 b **Göttingen**, Lotzestr. 16—18.
- Jubelt, R.**, Dr., Leipzig W 35, Weinbergstr. 19.
- Kaeding, Joachim**, Dr., 1 **Berlin-Lichtenberg**, Möllendorfstr. 108.
- Kleber, Wilh.**, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut und
Museum der Humboldt-Universität, **Berlin N 4**, Invalidenstr. 43.
- Koritnig, Sigmund**, Dr., Privatdozent, Mineralogisches Institut der Uni-
versität, **Göttingen**, Lotzestr. 16—18.
- Kratztert, J.**, Dr., i. Fa. Didier-Werke AG., 16 **Wiesbaden**, Eltviller Str. 1.
- Lange, Hermann**, 22a **Düsseldorf 10**, Heideweg 32.
- Lietz, Joachim**, Dr., 24a **Reinbek** bei Hamburg, Jahnckeweg 36.
Institutsadresse: **Hamburg 36**, Esplanade 1.
- Lindemann, Willi**, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, **Erlangen**,
Schloßgarten 5.
- Locher, Friedrich W.**, Dr. rer. nat., Forschungsinstitut der Zement-
industrie, **Düsseldorf**, Eckstr. 17.
- Lücking, H. Wilhelm**, Dr. phil. nat., Hochspannungsphysiker, **Köln**,
Sülzgürtel 44.
- Neuhaus, A.**, Prof. Dr., Mineral. Institut der Universität, 22c **Bonn**, Pop-
pelsdorfer Schloß.
- Nickel, Erwin**, Dr., Mineral. Institut, 21b **Münster/Westf.**, Robert-Koch-
Str. 31.
- Nielsen, Heimo**, Dr., 24 a **Hamburg 30**, Kottwitzstr. 5.
- Nottmeyer, Otto**, Dr.-Ing., Dipl.-Berging., 16 **Kassel-Wilhelmshöhe**,
Steinhöferweg 3.
- Paul, Helmut**, cand. min., **München**, Maßmannstr. 4/I.
- Paul, Wolfgang**, cand. min., **München**, Maßmannstr. 4/I.
- Peters-Radzyk, Frau Marion**, Dr., **Weinheim/Bergstr.**, Neuer Forstweg.

- v. Philipsborn, Helmut**, Prof. Dr., Mineral. Institut der Universität, 22 c Bonn, Poppelsdorfer Schloß.
- Radczewski, O. E.**, Dr., Institut für Gesteinshüttenkunde, Aachen, Mauerstraße 5.
- Röbe-Oltmanns**, Georg, Dr., Fachverband Ziegelindustrie, Essen-Kray, Am Zehnthof 196.
- Saalfeld, Horst**, Dr., Max-Planck-Institut für Silikatforschung, Würzburg, Neunerplatz 2.
- Schloemer, Hermann**, Dr., Tübingen, Melanchthonstr. 25.
- Schröcke, Helmut**, Dr., Geolog. Institut der Universität, 20 b Göttingen, Bahnhofstr.
- Schüller, Arno**, Dr. phil., Dipl.- Geol., Professor a. d. Humboldt-Universität, Mineralog. Institut, Abteilungsleiter an der Staatl. Geol. Kommission, Berlin-Adlershof, Husstr. 38.
- Schumacher, Friedrich**, Prof. Dr.-Ing., Bonn, Venusberg-Haager Weg 55; Institutsadresse: Bonn, Poppelsdorfer Schloß.
- Seeliger, Erich**, Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Heidelberg, Hauptstr. 47—51.
- Singer, Emil**, Dr., 15 b Neuhaus-Schierschnitz, Marker Hang.
- Sommer, Martin**, Dr., Studienrat, Assistent am Mineralogischen Institut der Bergakademie, 10 a Freiberg/Sa., Beuststr. 15/II.
- Spangenberg, Kurt**, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, 14 b Tübingen, Sigwartstr. 10.
- Stois, Adolf**, Prof., Dr.-Ing. Hauptkonservator a. d. T. H., München 13, Tengstr. 67.
- Strunz, Hugo**, Prof. Dr., Institut für Mineralogie und Petrographie der Techn. Universität, Berlin-Charlottenburg 2, Hardenbergstr. 35; Mineral.-Geolog. Inst. der Hochschule Regensburg, Dörnberg-Palais.
- Tröger, Ehrenreich**, Prof. Dr., Mineral. Institut der T. H., Darmstadt.
- Valeton, geb. Meggendorfer, Ida**, Dr., Geologisches Staatsinstitut, Hamburg 36, Esplanade 1 b.
- Vogel, Edgar**, Dr., 1 Berlin N 113, Wisbyerstr. 11 b.
- Wedepohl, Karl Hans**, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, 20 b Göttingen, Lotzestr. 16—18.
- Winkler, Helmut**, Prof. Dr., Mineral. Institut der Universität, 16 Marburg-Lahn, Deutschhausstr. 10.

Zu streichen:

- unter B: **Erben**, Ursula ...
- Kreutzwald**, Anton ...
- Melchior**, Horst ...
- Rabich**, R. C. ...
- v. Wolff**, Ferdinand † ...

Neuaufnahmen

B. Persönliche Mitglieder

- Bambauer, Hans-Ulrich**, 22b Idar-Oberstein, Auf Benzenhell.
- Beisler, Walter**, Dipl.-Min., Ass. Mineralogisches Institut der Universität, Köln, Zulpicherstr. 47.
- Berdesinski, W.**, Privatdozent Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Heidelberg, Hauptstr. 47—51.
- Bieger, Thilo**, Dr., per Adr. Rheinisches Mineralien-Kontor Dr. F. Krantz, Bonn, Herwarthstr. 36.
- Cardoso, G. Martin**, Prof. Dr., Laboratoria de cristallografia y mineralogia, Universidad Central, Madrid (Spanien).
- Deicha, G.**, Prof. Dr., Paris, Saint-Germain-en-Laye.
- Draeger, Trude**, stud., Köln-Königsforst, Wodanstr. 99.
- Drescher-Kaden, F. K.**, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Hamburg 36, Esplanade 1 c.
- Eckhardt, Franz-Jörg**, Student, 16 Frankfurt/Main, Mörikestr. 16.
- Enzmann, Erich**, Vizepräsident, Sulzbach-Rosenberg-Hütte.
- Faber, Walter**, Dr. Dozent, 20a Seelze/Hannover, Breitscheidstr. 13.
- Hanselmayer, Josef**, Dr., Graz-Eggenberg, Gallmayergasse 25.
- Hennecke, R.**, Dr.-Ing. Dir., Eisenwerk Gesellschaft Maximilianshütte m.b.H., Sulzbach-Rosenberg-Hütte.
- Kirsch, Helmut**, Dipl.-Min., Lauscha/Thür. Wald, Silikoseforschungsstelle Thüringen.
Universität, 3a Greifswald, Burgstr. 10.
- Krämer, Hubertus**, cand. rer. nat., 16 Runkel/Lahn, Langgasse 24.
- Leineweber, Günter**, cand. min., Mineralogisches Institut der Universität, 16 Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
- Lindenberg, Werner**, Dipl.-Ing., Berlin-Wilmersdorf, Karlstr. 1a.
- Markus, Klaus**, stud., Remscheid/Hasten, Unterhölfelderstr. 2.
- Padurow, Irene**, stud. min., 13a Würzburg, Schellingstr. 24.
- Padurow, N. N.**, Prof. Dr., 13a Würzburg, Max-Planck-Institut für Silikatforschung, Neunerplatz 2.
- Patzak, Ingeborg**, Dr., Mineralogisch-Geologisches Institut der T. H., 13b München 2, W. v. Dyck-Platz 1.
- Pense, Jürgen**, stud. rer. nat., Universität, Mainz, Wohnheim Zi. 356.
- Pieruccini, R.**, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, Messina/Sizilien.
- Piller, Horst**, Dr., i. Fa. R. Winkel, 20b Göttingen, Königsallee 17—21.
- Potrzeba, Hellmuth**, Berg-Ing., Berlin-Friedenau, Taunusstr. 28.
- Pralow, W.**, Dr., 1 Berlin-Steglitz, Westsektor, Forststr. 3.
- Rath, Robert**, Dr., Mineralogisch-Geologisches Institut der T. H., 20a Hannover, Welfengarten 1.

- Ratschiller, Ludwig**, Dr., Ass. am Mineralogisch-Petrographischen Institut und Lagerstätten-Institut der Universität, **Bologna** (Italien).
(Istituto di Mineralogia della Università di Bologna) Piazza S. Donato 1, **Bologna**, Italien.
Wohnhaft: **Bozen**, Freiheitsstr. 83.
- Rösler, Hans-Jürgen**, Dipl.-Min., wiss. Ass. am Mineralogischen Institut der Bergakademie, **Freiberg** / Sachsen, Hornstr. 23.
- Schröder, A.**, Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut, 24a **Hamburg** 36, Esplanade 1 c.
- Sehlke, Karl**, cand. rer. nat., 17b **Freiburg** i. B., Zähringen, Pochgasse 27.
- Tennyson, Christel**, cand. rer. nat., Mineralogisches Institut der Universität, **Regensburg**, Dörnberg-Palais.
- Trojer, Felix**, Dr., Mineraloge, Magnesit-Werk, **Radenthein** / Kärnten (Österreich).
- Urban, Heinz**, Dr., Ass. am Mineralogisch-Petrographischen Institut, 1 **Berlin** N 4, Invalidenstr. 43.
- Vogel, Edgar**, Dr., 1 **Berlin** N 113, Wisbyerstr. 11 b.
- Watanabe, T.**, Prof. Dr., Geological Institute, Faculty of Science, **Tokyo**, University (Japan).
- Wedepohl, Karl Hans**, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, 20b **Göttingen**, Lotzestr. 16—18.
- Wilk, Harry**, stud. phil., **Berlin-Tempelhof**, Wittekindstr. 61.
- Wolff, Egon**, stud., **Köln-Nippes**, Blücherstr. 25.
- Wondratscheck, Hans**, cand. rer. nat., **Bad Godesberg**, Mittelstr. 11.

C. Unpersönliche Mitglieder

- Basel:** Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, **Basel**.
- Berlin:** Mineralogisches Institut der Technischen Universität, **Berlin-Charlottenburg**, Hardenbergstr. 34.
- Berlin:** Wissenschaftliche Zentralbibliothek, **Berlin-Dahlem**, Podbielskiallee 14—18.
- Bonn:** Geologisches Institut der Universität, **Bonn**.
- Essen:** Friedrich-Krupp-Bergwerke, **Essen-Bergeborbeck**.
- Goslar:** Preussag, Zweigniederlassung Harzer Berg- und Hüttenwerke, **Goslar**.
- Goslar:** Unterharzer Berg- und Hüttenwerke G. m. b. H., **Goslar**.
- Graz:** Landesmuseum „Johanneum“, Mineralogische Abteilung, **Graz**, Raubergasse 10.
- Krefeld:** Amt für Bodenforschung, Landesstelle Nordrhein-Westfalen (Geologisches Landesamt), **Krefeld**, Westwall 124.
- Marl-Hüls:** Gewerkschaft Stein V, **Marl-Hüls** / Westfalen.
- Regensburg:** Mineralogisch-Geologisches Institut der Hochschule, 13a **Regensburg**, Dörnberg-Palais.

- Trondheim:** Geologisk Institutt, Norges Tekniske Høgskole (Mineralog.-Geolog. Institut der Norweg. Techn. Hochschule), Trondheim (Norwegen).
- Uppsala** Universitet Mineralogisk-Geologiska Institutionen Erikstarg 3, Uppsala (Schweden).
- Wiesbaden:** Firma Dyckerhoff, Portland-Zementwerke AG., 16 Wiesbaden-Biebrich, Amöneburg.
- Würzburg:** Max-Planck-Institut für Silikatforschung, 13a Würzburg, Neunerplatz 2.
- Würzburg:** Mineralogisches Institut, Würzburg, Bleichertorstr. 34.
-

Neues Jahrbuch für Mineralogie · Monatshefte

(seither Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie,
Monatshefte Abt. A: Kristallographie, Mineralogie, Gesteinskunde)

Herausgegeben von

Prof. Dr. H. O'Daniel
Mineralogisches Institut
der Universität Frankfurt a. M.

Prof. Dr. K. H. Scheumann
Mineralogisches Institut
der Universität Bonn

Prof. Dr. H. Schneiderhöhn
Mineralogisches Institut
der Universität Freiburg i. Br.

Von den Monatsheften des „Neuen Jahrbuchs für Mineralogie“ erscheinen jährlich
12 Hefte. Es werden darin kleinere Originalarbeiten, Nachrichten über Tagungen,
Personalia und Buchbesprechungen gebracht, und zwar aus folgenden Gebieten:

**Kristallographie und Mineralogie, Gesteinskunde,
technische Mineralogie, Geochemie und Lagerstättenkunde**

Leitfaden

für die

Exakte Edelsteinbestimmung

Von Professor Dr. K. SCHLOSSMACHER

Leiter d. Edelsteinforschungsinstituts Idar-Oberstein, ehem. ord. Professor der Mineralogie und Petrographie an der Universität Königsberg

Mit 21 Figuren und 8 Tabellen im Text und 18 Abbildungen auf 3 Tafeln. 174 Seiten.

Format: 16 x 24 cm - 1950 - In Leinen gebunden DM 14 —

Professor Dr. K. Schloßmacher, der als ein hervorragender Fachmann bekannt ist, hat sich mit dem Buch das Ziel gesetzt, die wissenschaftlichen Methoden der Edelsteinbestimmung in leicht faßlicher Form darzustellen und daraus einen systematischen Gang der Edelsteinuntersuchung aufzubauen. Die neuesten Fortschritte der Wissenschaft des In- und Auslands hat der Verfasser dabei verwertet.

Zur raschen Informierung über die wichtigsten Eigenschaften, Fundorte und andere praktisch beachtenswerte Dinge ist über den Rahmen der eigentlichen Edelsteinbestimmung hinaus am Schluß des Werkes ein besonderer Abschnitt in Art eines Lexikons beigegeben.

Die 3 Tafeln zeigen besonders schöne, aufschlußreiche Mikrophotographien.

.....
E. SCHWEIZERBART'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
(Erwin Nägele) Stuttgart-W, Johannesstr. 3/1

Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale

von Prof. Dr. **W. Ehrenreich Tröger**

Mineralog. Institut der Techn. Hochschule Darmstadt

Erweiterte Fortführung von O. MÜGGE's Hilfstabellen zur mikroskopischen Mineralbestimmung, aus der Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien von H. ROSENBUSCH, 5. Aufl., 1927

17 Tabellen, 95 Diagramme, 256 Figuren, 16 Stereogramme im Text und auf 2 Beilagen, 9 Nomogramme. 1952. XI, 147 Seiten, Format: 16,5×25 cm. — In Leinen gebunden DM 27.80

Ein Vergleich mit MÜGGE's „Hilfstabellen zur mikroskopischen Mineralbestimmung“, deren Nachfolger das vorliegende Werk sein soll, läßt sofort drei auffällige Neuerungen erkennen: „Kristallbilder, Variationsdiagramme und Nomogramme“. — Neuerungen, die die Benutzung der Tabellen außerordentlich erleichtern und zu einer genauen Bestimmung der Minerale sehr wesentlich beitragen.

Das in jahrelanger Arbeit entstandene Buch entspricht dem neuesten Stand des Wissens und wird wegen seiner übersichtlichen Darstellung, seiner Gründlichkeit und Exaktheit bei allen Fachleuten großen Anklang finden. — Es gehört in die Hand jedes Kristallographen, Mineralogen und Petrographen!

Ein ausführlicher Prospekt

mit Inhaltsverzeichnis und Probeseiten steht allen Interessenten auf Wunsch gerne kostenlos zur Verfügung.

Erzmikroskopisches Praktikum

von **Hans Schneiderhöhn**

Dr. phil., ord. Professor für Mineralogie, Gesteins- und Lagerstättenkunde
an der Universität Freiburg i. Br.

XII, 284 Seiten, Format: 16,5×25 cm. Mit 113 Abbildungen im Text und auf 32 Kunstdrucktafeln, 39 Tabellen im Text und auf zwei Beilagen und einem Anhang mit 24 erzmikroskopischen Bestimmungstafeln. 1952. — In Leinen geb. DM 40.60

Das Buch ist für den erzmikroskopischen Hochschulunterricht und zum Selbststudium bestimmt, vor allem für Anfänger. Theoretische Ausführungen, insbesondere optischer Natur, sind sehr stark reduziert, dagegen sind alle praktischen Anweisungen, so z. B. die Verfahren zur Herstellung der Erzanschliffe, recht ausführlich gehalten. Auch die theoretischen Grundlagen des Schleif- und Poliervorgangs werden sehr eingehend behandelt. Die letzten Kapitel befassen sich mit den erzmikroskopischen Beobachtungen am Einzelmineral, den Verwachsungen und Gefügearten der Einzelminerale.

Dem Werk sind ein gesonderter Bestimmungsschlüssel und 24 Bestimmungstafeln für die 180 häufigsten Mineralien beigelegt.

Ein ausführlicher Prospekt

mit Inhaltsverzeichnis und Textproben wird Interessenten auf Wunsch gerne kostenlos gesandt.

Druck: Ernst Klett, Stuttgart-W